# Comune di Saluggia (VC)

# MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI CHE OSPITANO RIFIUTI NUCLEARI E DEGLI AMBITI COLLOCATI A TERGO DELLA FASCIA B DI PROGETTO DEL PAI

## PROGETTO DEFINITIVO

### Disciplinare descrittivo e prestazionale

| CODICE DOCUMENTO | ELABORATO |
|---|---|
| S641-02-02000.DOC | 3.2 |

| REV. | DATA | REDAZIONE | VERIFICA | AUTORIZZAZIONE |
|---|---|---|---|---|
| 01 | FEBBRAIO 2024 | S. GRIVA | A.DENINA | M. CODO |
| 00 | NOVEMBRE 2023 | S. GRIVA | A.DENINA | M. CODO |

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. MASSIMO CODO
n° 7197 V

SERVIZI DI INGEGNERIA

HY.M. STUDIO
Ingegneria idraulica

**HY.M.STUDIO associazione professionale**
sede legale e uffici: Via Pomba, 23 – 10123 Torino – t. 011 5613103 fax 011 5592891
Cod. Fisc./P.IVA 05639220010 - e-mail: hym@hymstudio.it - sito web: www.hymstudio.it

R.U. P. **Geom. Ombretta Perolio**
**(Resp. Area Lavori Pubblici Comune di Saluggia)**

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

**INDICE**


*A) PARTE AMMINISTRATIVA E CONTRATTUALE* 5
CAPO I - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE 5
Art. 1. Oggetto dell'appalto ed ubicazione delle opere 5
1.1 Designazione sommaria dei lavori 7
Art. 2. Modalità di affidamento 10
Art. 3. Classificazione e valutazione dei lavori 12
Art. 4. Ammontare dell'appalto 13
Art. 5. Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili 14
Art. 6. Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili 14
Art. 7. Prezzi unitari 15
Art. 8. Invariabilità dell'offerta dei prezzi a corpo 16
Art. 9. Piani di sicurezza 16
CAPO II -DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L' APPALTO E il MODO DI VALUTARE I LAVORI 17
Art. 10. Osservanza del Capitolato Generale degli Appalti per Lavori Pubblici 17
Art. 11. Documenti che regolano l'Appalto 17
Art. 12. Conoscenza delle condizioni di appalto 18
Art. 13. anticipazione - modalità e termini di pagamento del corrispettivo 20
Art. 14. revisione prezzi 22
Art. 15. Cronoprogramma e Tempo utile per l'ultimazione dei lavori 22
Art. 16. Programma di esecuzione dei lavori 23
Art. 17. Stipulazione del contratto 25
Art. 18. garanzia provvisoria 26
Art. 19. garanzia definitiva e polizza assicurazione per danni alle opere esistenti 26
Art. 20. obblighi dell'appaltatore relativamente ai flussi finanziari 26
Art. 21. Disciplina del Subappalto 27
Art. 22. Oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore relativamente alla realizzazione delle opere nel loro complesso 27
22.1 Oneri derivanti da prescrizioni antinfortunistiche e antimafia - piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori 27
22.2 Oneri finalizzati direttamente all'esecuzione dei lavori 28
22.3 Oneri finalizzati all'esercizio del potere di ingerenza della Stazione Appaltante sui lavori 30
22.4 Oneri derivanti da obblighi e responsabilità dell'Appaltatore 32
22.5 Oneri a carico dell'Impresa, relativi alla sicurezza in cantiere 36
22.6 Oneri ed obblighi specifici a carico dell'Appaltatore 38
22.7 oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore responsabilità dell'appaltatore derivanti dal capitolato generale e dal d. lgs. 36/2023 44
22.8 Protocollo di gestione degli inerti 46
Art. 23. Responsabilità dell'Appaltatore 48
Art. 24. Condizioni ambientali 49
Art. 25. Domicilio dell'Appaltatore 49

Art. 26. Condotta dei lavori - Direttore Tecnico del cantiere 50
Art. 27. Direzione dei Lavori e responsabilità di cantiere 51
Art. 28. Disciplina e buon ordine del cantiere 52
Art. 29. Accesso al cantiere e disponibilità delle aree per l'intervento da parte di altri soggetti autorizzati dall'ufficio di Direzione Lavori 52
Art. 30. Difetti di costruzione 53
Art. 31. Danni 53
Art. 32. Trattamento retributivo e tutela dei lavoratori 53
Art. 33. Norme particolari 55
33.1 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali 55
33.2 Provvista dei materiali 56
33.3 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto 56
33.4 Verifiche nel corso di esecuzione dei lavori 57
33.5 Durata giornaliera dei lavori 57
33.6 Proprietà degli oggetti trovati 57
33.7 Proprietà dei materiali di demolizione 58
Art. 34. Danni di forza maggiore 58
Art. 35. Consegna dei lavori 59
Art. 36. Riconoscimenti a favore dell'Appaltatore in caso di ritardata consegna dei lavori 60
Art. 37. penali per ritardo e premio di accelerazione 61
Art. 38. Sospensione e ripresa dei lavori 61
Art. 39. Sospensione illegittima 61
Art. 40. Proroghe 62
Art. 41. Variazione delle opere progettate 62
41.1 Varianti in corso d'opera 62
41.2 Varianti in diminuzione migliorative proposte dall'Appaltatore 63
41.3 Diminuzione dei lavori 64
41.4 Lavori eventuali non previsti 64
41.5 Prestazioni particolari, opere speciali 64
Art. 42. Ultimazione dei lavori 65
Art. 43. Documenti contabili 65
Art. 44. Indicazione delle persone che possono riscuotere 65
Art. 45. Termini di pagamento degli acconti e del saldo 66
Art. 46. Interessi per ritardato pagamento 66
Art. 47. Collaudo 66
Art. 48. Definizione delle controversie 67
48.1 Forma e contenuto delle riserve 67
48.2 Definizione delle riserve al termine dei lavori 68
48.3 Tempo del giudizio 68
48.4 Controversie 68
Art. 49. Risoluzione del Contratto 68
B) *SPECIFICHE TECNICHE* 71
Art. 50. CAPO III° - NORME TECNICHE: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODO DI ESEGUIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI 71
50.1 Materiali in genere 71

50.2 Tracciamenti 71
50.3 Campioni e prove sui materiali 71
50.4 Demolizioni 72
50.5 Sabbia, ghiaia vagliata e spaccata - ghiaietto e coccio 73
50.6 Mattoni e mattonetti - Scapoli di cava - Pietrame e cubetti - Conci di Porfido 73
50.7 Pietrisco 74
50.8 Ciottoli per ciottolati 75
50.9 Calce idraulica 75
50.10 Cementi 75
50.11 Materiali metallici - Qualità, prescrizioni e prove 76
50.12 Scavi di sbancamento 77
50.13 Scavi di fondazione 77
50.14 Scavi in sotterraneo 79
50.15 Precauzioni per l'uso delle mine 80
50.16 Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata 80
50.17 Norme generali per l'esecuzione dei lavori 81
50.18 Malte e conglomerati 82
50.19 Murature in genere 84
50.20 Tubi circolari in P.V.C. 85
50.21 Tubi circolari in polipropilene ad alto modulo (PP HM) 87
50.22 Tubazioni in polietilene ad alta densità con doppia guarnizione a labbro in EPDM. 90
50.23 Tubazioni in polietilene ad alta densità 91
50.24 Tubazioni in cls ed in cemento armato 94
50.25 Rinterro e copertura delle tubazioni 99
50.26 Norme particolari per strutture a tenuta idraulica 100
50.27 Collaudi e prove sulla canalizzazione 101
50.28 Collaudi e prove delle opere, attrezzature ed impianti elettromeccanici 105
50.29 Ripristino del rivestimento delle tubazioni in acciaio 108
50.30 Pozzetti di ispezione e manovra per le apparecchiature idrauliche 108
50.31 Fornitura e posa di chiusini per pozzetti 109
50.32 Ripristino di scavi eseguiti in terreni coltivati e non 110
50.33 Ripristino di massicciata in macadam ordinario 110
50.34 Ripristino di massicciata in ciottolato 110
50.35 Ripristino di massicciata a superficie asfaltata 112
50.36 Muratura di mattoni 113
50.37 Manufatti in acciaio 113
50.38 Acciaio per strutture metalliche 117
50.39 Elementi strutturali in acciaio 131
50.40 Protezione superficiale 138
50.41 Strutture bullonate 146
50.42 Tubazioni in acciaio 154
50.43 Tubazioni in acciaio rivestite in pead triplo strato 165
50.44 Pezzi speciali in acciaio al carbonio 167
50.45 Pezzi speciali in acciaio inossidabile 168
50.46 Collaudi e prove sulle condotte 170
50.47 Formazione di rilevati 172

50.48 Opere in cemento armato (calcestruzzo ed acciaio d'armatura) 175
50.49 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso 205
50.50 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione 207
50.51 Murature 208
50.52 Intonaci 213
50.53 Acciaio per c.a. e c.a.p. 216
50.54 Acciaio per carpenteria 221
50.55 Recinzioni metalliche 232
50.56 Ripristini stradali (specifiche tecniche e prestazionali) 241
50.57 Ripristini stradali (specifiche di controllo) 272
50.58 Caratteristiche degli impianti elettrici 278
50.59 Bonifica degli ordigni bellici. 287
Art. 51. CAPO IV° - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI 289
51.1 Norme generali 289
51.2 Scavi - demolizioni - rilevati 290
51.3 Murature in genere e conglomerati cementizi 296
51.4 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate 299
51.5 Acciaio per c.a. e c.a.p. 301
51.6 Manufatti metallici 302
51.7 Fondazioni stradali 303
51.8 Conglomerati bituminosi 303
51.9 Opere in verde 303
51.10 Pavimentazioni, vespai, pavimenti 304
51.11 Tubazioni, fognature, manufatti 305

## *A) PARTE AMMINISTRATIVA E CONTRATTUALE*

## CAPO I - OGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO - DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

### Art. 1. OGGETTO DELL'APPALTO ED UBICAZIONE DELLE OPERE

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e somministrazioni necessarie alla realizzazione dei lavori:
***MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E MESSA IN SICUREZZA DEI SITI CHE OSPITANO RIFIUTI NUCLEARI E DEGLI AMBITI COLLOCATI A TERGO DELLA FASCIA B DI PROGETTO DEL PAI***
in forma pienamente compiuta e funzionale allo scopo cui è destinata, in conformità al progetto.

Le opere da realizzare sono ubicate nel **Saluggia (VC).**

Le opere oggetto dell'appalto sono quelle indicate negli elaborati grafici, descrittivi e capitolati di progetto. Debbono intendersi incluse nell'appalto tutte le opere e le somministrazioni occorrenti per ultimare le opere succitate e per renderle funzionali, funzionanti e pronte all'uso.

Potranno fare eccezione le sole opere e le provviste per le quali il Committente eserciti la riservata facoltà di provvedere direttamente o in amministrazione diretta o affidando ad altri l'esecuzione di opere comunque non comprese nel presente appalto.

Le attività da svolgere a cura e onere dell'Impresa esecutrice dei lavori, consistono principalmente in:

a) costruzione di tutte le opere definite nel progetto allegato e necessarie per realizzare gli interventi in oggetto;
b) impiego di mezzi d'opera speciali per la realizzazione delle opere in aree ad accessibilità limitata, compreso tutte le maggiori attività occorrenti per realizzare le opere in aree di difficile accesso e/o di limitate dimensioni nelle quali i comuni mezzi d'opera non possono accedere o non possono operare per mancanza di spazio;
c) fornitura di tutte le macchine, apparecchiature, carpenterie metalliche, tubazioni, strumentazioni, ecc. definite nel progetto allegato e comunque necessarie per dare finiti e funzionanti tutti gli interventi in oggetto;
d) montaggio a perfetta regola d'arte ed in conformità alle vigenti normative di sicurezza (ISPESL, ASL, VV.FF. ecc.) di quanto detto al punto precedente, comprendendo anche tutta la manovalanza ed i mezzi d'opera occorrenti, nonché le assistenze edili necessarie per la connessione delle forniture con le opere civili;
e) sviluppo di tutte le attività tecniche occorrenti per la preparazione dei disegni di cantiere e di officina e la definizione di tutti gli elementi di dettaglio relativi a tutte le opere, nonché, per le opere civili affidate a corpo, lo sviluppo della documentazione e degli elaborati richiesti per il deposito presso l'ufficio comunale e gli Organi competenti relativamente alle strutture in conglomerato cementizio armato;
f) esecuzione delle prove di funzionamento e dei collaudi strutturali ed idraulici, nonché, ove necessario, prestazione delle assistenze specializzate alla gestione controllata dell'opera;
g) redazione di un giornale dei lavori nel quale devono essere annotate in ciascun giorno l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie ed il numero degli operai, l'attrezzatura tecnica e i

mezzi d'opera impiegati, quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, inserendovi le osservazioni meteorologiche ed idrometriche, e le indicazioni sulla natura dei terreni;

h) preparazione di documenti e di quant'altro occorra alla richiesta dei permessi e dei nulla osta rilasciati dagli Enti preposti nonché alla completa regolarizzazione amministrativa dell'impianto nel suo insieme in base alle vigenti normative, il tutto relativamente alle opere, alle forniture ed ai montaggi oggetto dell'appalto e conformemente alle norme ed indicazioni generali, tecniche ed amministrative contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e negli altri elaborati ad esso allegati.
i) trasporto a discarica di tutto il terreno di risulta degli scavi non compatibile con il rinterro; versamento degli oneri di discarica; rinterro degli scavi.
l) è fatto obbligo all'Appaltatore, su richiesta della Direzione Lavori e/o della Stazione Appaltante, di provvedere, a propria cura e spese, all'inserimento nel proprio staff operativo delle seguenti figure professionali:

   - un *Ingegnere* abilitato e regolarmente iscritto al proprio albo professionale, con la qualifica di Direttore Tecnico di Cantiere;
   - un *Geologo* abilitato e regolarmente iscritto al proprio albo professionale, con mansioni relative alla verifica della stabilità dei fronti di scavo e alla valutazione delle caratteristiche litologiche dei terreni interessati dalla esecuzione delle opere;
   - un *Topografo* avente idonea strumentazione atta a soddisfare i requisiti di livellazione, tracciamento e restituzione grafica "as built" definita in progetto;
   - un consulente *Archeologo* qualificato per l'assistenza archeologica in fase di esecuzione degli scavi.

   L'archeologo, con costi a carico della ditta Appaltatrice, dovrà essere costantemente presente in cantiere durante le fasi di scavo di tutte le opere in progetto.

Ove non diversamente precisato, gli artt. di legge di riferimento, sono relativi al **Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36** "Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78, recante delega al Governo in materia di contratti pubblici".

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

Sono altresì compresi, se recepiti dalla Stazione appaltante, i miglioramenti e le previsioni migliorative e aggiuntive contenute nell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore, senza ulteriori oneri per la Stazione appaltante.

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.

## 1.1 Designazione sommaria dei lavori

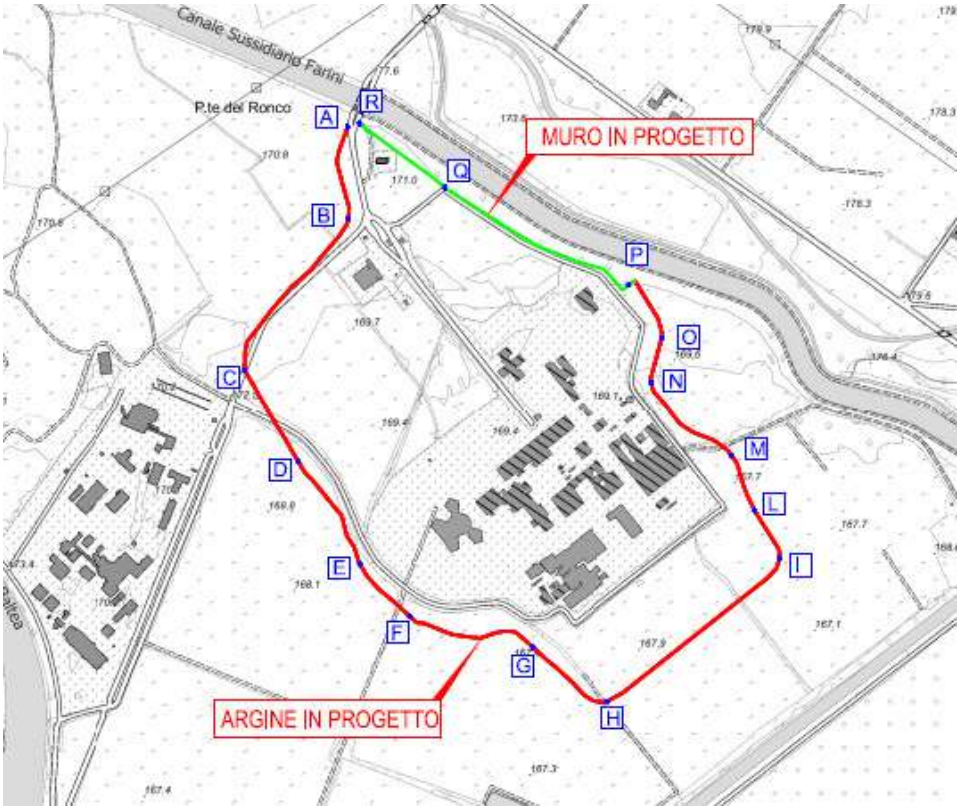



Figura 1: Inquadramento opere in progetto

Nel presente progetto, per la difesa idrogeologica del sito ex Sorin, è prevista la realizzazione di:

- un **rilevato arginale,** di lunghezza pari a circa **2.286 m**, di altezza massima pari a 4,0 m, provvisto di setto antifiltrazione interno e diaframma antisifonamento, con quota di coronamento posta a quota variabile tra 172,33 m s.m ad ovest e 170,92 m s.m. ad est, con franco di 1 m rispetto alla piena **Tr 200 anni**.

- un **muro in c.a.** gettato in opera, calcestruzzo C32/40, di lunghezza pari a **544 m**, adeguato al contenimento della piena con tempo di ritorno 200 anni, con spessore 40 cm, altezza pari a 1,40-2,00 m e con un diaframma antisifonamento di profondità pari a m. 2,5 m (spessore 50 cm) . Il muro sarà rivestito, su entrambi i lati, in pietra di Luserna a blocchetti squadrati cementati, spessore 20 cm, e avrà una copertina in pietra di Luserna, spessore 4 cm, larghezza 90 cm. La sommità del muro è prevista a quota variabile 172,33-171,87 m s.m., decrescente, da ovest ad est.

Il posizionamento planimetrico dell'argine, rispetto al comprensorio ex Sorin, è stato effettuato all'esterno della stradina sterrata perimetrale di servizio esistente e non in corrispondenza di essa, per i seguenti motivi:

- il sito è presidiato del Ministero della Difesa e dal corpo dei Carabinieri che utilizzano la suddetta pista per i controlli e le verifiche di sicurezza quotidiane e deve pertanto essere mantenuta funzionale anche durante il corso dei lavori;

- il rilevato della stradina non ha presumibilmente le caratteristiche idonee a diventare un rilevato arginale e pertanto non si può procedere al ringrosso, ma sarebbe necessaria una demolizione del rilevato stradale e trasporto a discarica del relativo materiale di risulta, con conseguente incremento dei costi e maggior impatto ambientale.

Si riportano, in seguito, le fasi realizzative dell'argine in progetto:

a) taglio di tutta la vegetazione interessante il corpo arginale in progetto e le piste di servizio ai lati del rilevato, con trasporto e smaltimento a discarica del legname/ramaglie di risulta (oneri a carico dell'Impresa);
b) scotico al di sotto del piano campagna (linea retta che collega il p.c. in sinistra, con il p.c. in destra) per una profondità pari a 30 cm e successivo scavo di sbancamento per una profondità di 45 cm;
c) realizzazione del diaframma in c.a., di larghezza 60 cm ed altezza 4,0 m (2,5 m in corrispondenza del muro lato nord);
d) posa water-stop per giunzione idraulica con il setto superiore;
e) realizzazione del setto antifiltrazione di altezza variabile e quota di sommità posizionata a -1,00 m rispetto alla sommità arginale;
f) realizzazione dell'intero corpo arginale, secondo le sagome di progetto;
g) posa di rete metallica a doppia torsione a maglia esagonale anti-nutrie sul paramento lato fiume, compenetrata con geocomposito tridimensionale con funzione antierosiva;
h) ricoprimento delle scarpate con terreno vegetale;
i) idrosemina finale su entrambe le scarpate dell'argine

Con riferimento al punto d) dell'elenco precedente, la rete metallica sarà sostituita a sud-ovest (nella strettoia tra C e D, per una lunghezza di circa 450 m) da materassi metallici tipo "Reno", spessore 30 cm, poiché, in caso di piena, la velocità della corrente in golena assume valori dell'ordine di 1 m/s in quel tratto e quindi potenzialmente in grado di assumere un effetto erosivo significativo.

In corrispondenza delle varie strade interferenti con l'argine in progetto, si prevede l'adeguamento delle rampe di discesa dall'argine: in corrispondenza delle strade asfaltate esistenti. Si riporta, nel seguito, una tabella riepilogativa:

| RAMPE | | | |
|---|---|---|---|
| NODO | DISLIVELLO [m] | TIPO STRADA | LUNGHEZZA [m] |
| B | 1,6 | STERRATA | 40+70 |
| C | 1,3 | ASFALTATA | 94 |
| D | 1,6 | STERRATA | 80 |
| F | 3,5 | STERRATA | 57 |
| H | 2,9 | STERRATA | 120 |
| I | 3,1 | STERRATA | 64 |
| M | 1,3 | ASFALTATA | 80 |
| P | 0,6 | STERRATA | 35 |

Tabella 1: caratteristiche rampe in progetto

Si prevede di ripristinare tutti i fossi esistenti interferenti con l'argine in progetto. Gli attraversamenti saranno costituito da:

-tubazione in c.a. turbocentrifugato DN 1.000 mm con resistenza minima di kN/m² 1,50, munita di giunto in acciaio a mezzo spessore con anello di tenuta in gomma neoprene;
-manufatto di raccondo in c.a.;
-paratoia a sezione circolare DN 1000, in acciaio inox AISI 304, tenute 4 lati in EPDM, provvista di attuatore elettrico e sensori di livello per azionamento automatico – lato interno all'argine;
-valvola antiriflusso a battente DN 1000 in acciaio inox AISI 304, con contrappeso – lato esterno all'argine.

Si riporta in seguito una tabella riepilogativa con le caratteristiche dell'opera di contenimento:

| NODO | PROGRESSIVA DEL PROFILO[m] | QUOTA TERRENO [m s. m.] | TIPOLOGIA INTERVENTO | QUOTA TESTA ARGINE/ MURO [m s. m.] | ALTEZZA ARGINE/ MURO [m] |
|---|---|---|---|---|---|
| A2 | 22,3 | *171,55* | *ARGINE* | 172,33 | 0,78 |
| C | 482,2 | 170,05 | *ARGINE* | 172,33 | 2,3 |
| H | 1355,7 | 167,25(SX) / 168.50 (DX) | *ARGINE* | 170,92 | 3,7 (SX) 2,4 (DX) |
| I | 1742,85 | 168,00 | *ARGINE* | 170,92 | 2,9 |
| P | 2308,25 | 170,5 | *ARGINE-MURO* | 171,65 | 1,15 |
| Q | 2578,25 | *171,1* | *MURO* | 172,33 | 1,23 |
| R | 2851,75 | *171,6* | *MURO* | 172,33 | 0,78 |

Tabella 2: Caratteristiche opera di contenimento in progetto

Tra la prog. 610 e la prog. 1366 si prevede, inoltre, di deviare un fosso irriguo al di fuori dell'argine in progetto, parallelamente a quest'ultimo. La nuova canaletta in progetto, avente una lunghezza di circa 750 m verrà realizzata con una pendenza compresa tra 1,5 e 2,7 ‰ in rilevato fuori terra nella parte iniziale, per poi proseguire, adeguandosi alla morfologia e altimetria del terreno, sino al congiungimento con il punto finale dove la canaletta è prevista parzialmente interrata.
Si prevede la posa di una canaletta prefabbricata a sezione trapezia avente le seguenti dimensioni interne: base minore 0.9 m, base maggiore 1.5 m, altezza 1 m, spessore 10-15 cm.

Sulla testa dell'argine è prevista una strada di servizio, larga 4,0 m, realizzata con misto granulare anidro per fondazioni stradali, spessore 30 cm, adeguatamente compattato.
Al di sotto del sedime stradale, è prevista la posa di due cavidotti in Pead corrugato tipo "Enel" De 125 mm, Classe N, resistenza alla compressione > 750 per alimentare le paratoie motorizzate.

E' previsto, in progetto, il decespugliamento (comprensivo di taglio alberi, estirpazione ceppaie, ripristino scarpata), per una fascia di larghezza pari a 4,0 m per tutta la lunghezza dell'intervento relativo al muro antialluvione in c.a..

Nella fornitura e posa in opera delle paratoie, sono comprese tutte le opere di elettrificazione ed automazione delle paratoie (sensori di livello, impiantistica elettrica, PLC, attuatori elettrici, ecc).

## Art. 2. MODALITÀ DI AFFIDAMENTO

L'appalto è affidato ai sensi del d.lgs. 36/2023 e s.m.i. e del DPR 207/10 e s.m.i. ad unica Impresa ovvero a più Imprese riunite ai sensi della legge suddetta e per esse all'Impresa capogruppo, assuntrice diretta del Contratto ed unica titolare in ogni rapporto con il Committente ed i suoi organi rappresentanti, mandataria delle altre Imprese responsabili in forma solidale e congiunta con le Imprese mandanti.

In ottemperanza al DPR 207/10 e s.m.i., i lavori sono affidati **a corpo**, restando espressamente pattuito che l'offerta si intende comprensiva degli oneri, nessuno escluso, necessaria a dare le opere finite a regola d'arte e, pertanto, comprende l'esecuzione dei lavori, la fornitura e la posa in opera di tutti i manufatti e le forniture necessarie per la **piena funzionalità** delle stesse, secondo le loro caratteristiche tipologiche e tecniche e, infine, che detto prezzo comprende e compensa anche le spese relative alla manutenzione delle opere, comprese le strutture viarie e le sistemazioni a verde, fino alla consegna provvisoria alla Stazione Appaltante / al collaudo.

Nell'appalto a corpo il corrispettivo consiste in una somma determinata, fissa ed invariabile riferita globalmente all'opera nel suo complesso ovvero alle Categorie (o Corpi d'opera) componenti.
Nell'appalto a misura, invece, il corrispettivo consiste nell'individuazione di un prezzo per ogni unità di misura di lavorazione o di opera finita, da applicare alle quantità eseguite di lavorazione o di opera. Pertanto, l'importo di un appalto a misura risulta variabile.

Divenuta efficace l'aggiudicazione, ai sensi dell'art. 17 c. 5 del d.lgs. 36/2023, e fatto salvo l'esercizio dei poteri di autotutela, il contratto viene stipulato entro i successivi 60 giorni, anche in pendenza di contenzioso, salvo diverso termine:

1. previsto nel bando o nell'invito a offrire;
2. nell'ipotesi di differimento concordato con l'aggiudicatario e motivato in base all'interesse della stazione appaltante o dell'ente concedente;
3. nel caso di ricorso e a seguito di notificazione dell'istanza cautelare, il contratto non può essere stipulato nei termini sopra indicati, fino a quando non sarà pubblicato il provvedimento cautelare di primo grado o il dispositivo o la sentenza di primo grado, in caso di decisione del merito all'udienza cautelare (art. 18 c. 2, lett. a) e c. 4 del condice);
4. di contratti di importo inferiore alle soglie europee, ai sensi dell'art. 55, c. 2 del codice.

Il contratto, in ogni caso, non viene stipulato prima di 35 giorni dall'invio dell'ultima delle comunicazioni del provvedimento di aggiudicazione. Tale termine dilatorio non si applica nei casi:

1. di procedura in cui è stata presentata o ammessa una sola offerta e non sono state tempestivamente proposte impugnazioni del bando o della lettera di invito, o le impugnazioni sono già state respinte con decisione definitiva;

2. di appalti basati su un accordo quadro;
3. di appalti specifici basati su un sistema dinamico di acquisizione;
4. nel caso di ricorso e a seguito di notificazione dell'istanza cautelare, il contratto non può essere stipulato nei termini sopra indicati, fino a quando non sarà pubblicato il provvedimento cautelare di primo grado o il dispositivo o la sentenza di primo grado, in caso di decisione del merito all'udienza cautelare (art. 18 c. 2, lett. a) e c. 4 del codice);
5. di contratti di importo inferiore alle soglie europee, ai sensi dell'art. 55, c. 2 del codice.

Se il contratto non viene stipulato nei termini sopra indicati, per fatto imputabile alla stazione appaltante, l'aggiudicatario può sciogliersi da ogni vincolo contrattuale o far constatare il silenzio inadempimento mediante atto notificato. In tal caso all'aggiudicatario non spetta alcun indennizzo, salvo il rimborso delle spese contrattuali.

L'aggiudicazione può essere sempre revocata nel caso di mancata stipula del contratto nel termine fissato per fatto imputabile all'aggiudicatario.
Al momento della stipula del contratto l'appaltatore è tenuto a versare un'imposta da bollo.
Il valore dell'imposta di bollo è determinato dalla tabella A dell'allegato I.4 del codice, di seguito riportata.

| **Fascia di importo contratto (valori in euro)** | **Imposta (valori in euro)** |
|---|---|
| < 40.000 | esente |
| ≥ 40.000 < 150.000 | 40 |
| ≥ 150.000 < 1.000.000 | 120 |
| ≥ 1.000.000 < 5.000.000 | 250 |
| ≥ 5.000.000 < 25.000.000 | 500 |
| ≥ 25.000.000 | 1000 |

In via meramente esemplificativa, i prezzi offerti si intendono comprensivi anche delle prestazioni di seguito indicate:

a) per i materiali: ogni spesa di fornitura e di trasporto, nessuna esclusa, per consegnarli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, comprese le quantità in più da destinarsi al recupero dei cali, delle perdite, degli sprechi e degli sfridi;
b) per i noli: ogni spesa per dare macchinari e mezzi d'opera, in perfetto stato, muniti della necessaria certificazione e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento, pronti all'uso, compresi gli oneri relativi alla manodopera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, energia elettrica ecc.;
c) per i trasporti: ogni spesa occorrente a fornire i mezzi silenziati, in pieno stato di efficienza, conformi alle prescrizioni di legge e corrispondenti alle caratteristiche richieste, compresi i materiali di consumo e la manodopera del conducente; il trasporto del terreno di risulta degli scavi a discarica, compresi gli oneri di discarica;
d) per la manodopera: ogni compenso dovuto, compresi tutti gli oneri previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, compreso anche il lavoro eventualmente eseguito in ore straordinarie, serali, festive e notturne.

In osservanza del D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. e del DPR 207/2010 si ribadisce che i prezzi a corpo, al netto del ribasso offerto, compenseranno tutto quanto necessario per dare chiavi in mano le relative opere così come definito dal presente Capitolato Speciale d'Appalto e dal progetto allegato e indipendentemente da ogni misura delle quantità delle forniture e delle lavorazioni: in particolare, resta stabilito che i prezzi a corpo resteranno fissi ed invariabili a tutti gli effetti, in quanto di ogni alea l'Impresa ha già tenuto debito ed esaustivo conto nella determinazione dell'offerta; resta altresì stabilito che nei prezzi a corpo si devono intendere comprese e compensate, oltre al beneficio dell'Impresa assuntrice, anche quelle eventuali forniture accessorie ed opere secondarie in più, che all'atto esecutivo risultassero necessarie per realizzare le opere a regola d'arte ed in perfetto stato di funzionamento idraulico, elettrico e meccanico in corrispondenza ai requisiti richiesti e proposti, nonché per renderle conformi alle vigenti normative, leggi e regolamenti. Il disposto del presente articolo è patto convenuto fra le parti, che l'Impresa accetta per effetto della semplice presentazione della propria offerta.
L'Appaltatore prende atto, e riconosce:

a) il suo ruolo di "Appaltatore", così come definito dall'art. 1655 del Codice Civile, che lo qualifica come soggetto in grado di assicurare al Committente in piena e totale autonomia all'esecuzione del lavoro in ogni sua parte, secondo le finalità, le prestazioni e i tempi del progetto, con organizzazione autonoma di personale e mezzi d'opera, nonché a suo completo rischio, a fronte di un corrispettivo economico stabilito dal Contratto d'appalto;
b) di non essere, per quanto sopra richiamato ed accettato, il semplice esecutore "irresponsabile" del progetto o di ordini operativi della Direzione dei lavori (*Nudus Minister*), bensì soggetto attivo e garante della completa attivazione dell'opera, avendo valutato e ritenuto accettabili, in piena autonomia, la fattibilità del progetto, la remunerazione contrattuale nonché la eventualità di effettuare marginali integrazioni e/o completamenti progettuali di dettaglio, essendo l'Appaltatore tenuto ad eseguire l'opera secondo le regole dell'arte e ad assicurare un risultato tecnico conforme alle esigenze del Committente. Il tutto secondo quanto precisato dalla Corte di Cassazione con sentenza del 13 marzo 1992 n. 3050 che si intende qui integralmente richiamata;
c) che il ruolo essenziale della Direzione dei Lavori è il controllo e la verifica della corretta applicazione del progetto e del contratto per conto esclusivo della Stazione Appaltante e che lo stesso Direttore dei Lavori, quindi, non riveste alcun carattere di "Direttore di Cantiere Suppletivo" o "Progettista Suppletivo", restando sempre e comunque estraneo alle decisioni tecnico-operative e gestionali, che sono e rimangono totalmente di competenza dell'Appaltatore, a meno che le stesse siano contrarie al contratto, alle indicazioni progettuali o agli standard di qualità dell'opera e di sicurezza delle operazioni da eseguirsi.

In conseguenza di ciò l'Impresa rinuncia ad avvalersi di ogni norma vigente o futura, anche se a lei favorevole, al fine di contendere in ordine al merito del presente articolo e di quanto dallo stesso possa conseguire, e ciò in quanto nella relativa alea l'Impresa ha già tenuto debito ed esaustivo conto nella formulazione del ribasso dalla stessa proposto in sede di gara per propria dichiarata e formale manifestazione di volontà.

## Art. 3. CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

L'importo dei lavori di progetto, posto a base di gara, è comprensivo di tutti gli oneri inerenti l'esecuzione dei lavori, delle incidenze degli oneri conseguenti al rispetto del Piano di Sicurezza e Coordinamento, ex T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., nonché delle opere provvisionali, dei lavori e delle provviste necessarie al completo finimento in ogni loro parte di tutte le opere oggetto dell'appalto, anche per quanto possa non essere dettagliatamente specificato ed illustrato nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Il corrispettivo dell'appalto è quello fissato nell'offerta economica dell'Impresa risultata aggiudicataria.

Il Committente potrà anche richiedere all'Appaltatore delle anticipazioni in denaro per pagamenti di fatture attinenti a forniture di materiali od opere speciali connesse ai lavori oggetto dell'appalto; sarà corrisposto all'Appaltatore, sulle somme anticipate, il tasso di interesse legale.

Per l'esecuzione delle opere in economia l'Appaltatore è tenuto a fornire, entro 48 ore dal ricevimento dell'ordine, e anche prima su semplice ordine verbale in caso d'urgenza, i materiali, i mezzi d'opera e gli operai che gli fossero richiesti.

Qualora l'Appaltatore non vi provveda con la necessaria tempestività, il Committente potrà senza formalità ricorrere all'esecuzione d'ufficio, addebitando allo stesso le maggiori spese che avesse a sostenere rispetto alle condizioni del Contratto.

La prestazione di cui al presente appalto è effettuata nell'esercizio di Impresa e, pertanto, è soggetta all'imposta sul valore aggiunto (ex DPR 633/72) da sommarsi agli importi di cui sopra, a carico del Committente, nella misura vigente al momento del pagamento, che sarà indicata dal Committente medesimo su richiesta dell'Appaltatore da effettuarsi prima dell'emissione della fattura.

## Art. 4. AMMONTARE DELL'APPALTO

L'importo complessivo è comprensivo di tutti gli oneri previsti nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché di tutti gli oneri che si rendessero comunque necessari per dare ultimate a perfetta regola d'arte le opere secondo le previsioni di progetto, le disposizioni date all'atto pratico dalla Direzione Lavori, anche se non espressamente indicate nel Contratto di Appalto, nel presente Capitolato Speciale d'Appalto o negli elaborati progettuali, ma comunque necessarie per l'esecuzione dei lavori nei termini di esecuzione contrattuali.

L'Appaltatore sarà obbligato inoltre a mettere in atto tutto quanto indicato dalle prescrizioni contenute nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento o nel Piano Sostitutivo, a redigere ed a mettere in atto il Piano Operativo della Sicurezza e, per quanto non specificato, a rispettare le disposizioni normative vigenti in materia di sicurezza sul lavoro nei cantieri edili nonché da quanto potrà essere indicato dal Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori durante lo svolgimento degli stessi, senza pretendere alcun compenso aggiuntivo oltre a quanto previsto negli importi di cui sopra e ciò con particolare riferimento alla compresenza di altre imprese nell'area di cantiere.

Tali obblighi e oneri valgono anche per eventuali lavori oggetto di variante.

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

| | **Importo lavori (Euro)** | **Oneri contrattuali della sicurezza (Euro)** | **TOTALE (Euro)** |
|---|---|---|---|
| A misura | / | / | / |
| A corpo | 11.415.000,00 | 215.000,00 | 11.630.000,00 |
| In economia | / | / | |
| IMPORTO TOTALE | 11.415.000,00 | 215.000,00 | **11.630.000,00** |

La stazione appaltante al fine di determinare l'importo di gara, ha inoltre individuato i costi della manodopera sulla base di quanto previsto all'art. 41, c. 13 e 14 del d.lgs. 36/2023, per un totale di euro 2.853.750,00.

**A) Importo lavori**

| | | |
|---|---|---|
| A1) Importo Lavori da assoggettare a ribasso (tot. meno la manodopera) | Euro | € 8.561.250,00 |
| A2a) Quota manodopera da assoggettare a ribasso (spese gen. ed utile = 26,5 %) | Euro | € 597.821,15 |
| A2b) Quota manodopera da NON assoggettare a ribasso | Euro | € 2.255.928,85 |
| A3) Oneri per la sicurezza (non soggetti a ribasso) | Euro | € 215.000,00 |
| **TOTALE A** | **Euro** | **€ 11.630.000,00** |

**A) Importo lavori**

| | | |
|---|---|---|
| A1+A2a) Importo Lavori da assoggettare a ribasso | Euro | € 9.159.071,15 |
| A3+A2b) Oneri sicurezza + quota manodopera (non soggetti a ribasso) | Euro | € 2.470.928,85 |
| **TOTALE A** | **Euro** | **€ 11.630.000,00** |

L'operatore economico indica, a pena di esclusione, i costi della manodopera e gli oneri aziendali per l'adempimento delle disposizioni in materia di salute e sicurezza sui luoghi di lavoro eccetto che nelle forniture senza posa in opera e nei servizi di natura intellettuale, così come richiesto dall'art. 108, c. 9, del d.lgs. 36/2023.

## Art. 5. CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI

| | CATEGORIA | IMPORTO (€) | % |
|---|---|---|---|
| OG8 (Prevalente) | Opere fluviali, di difesa | 7.023.202,88 | 60,39 |
| OS21 | Opere strutturali speciali | 4.606.797,12 | 39,61 |
| | TOTALE | **11.630.000,00** | 100,000 |

Non sono previste altre categorie scorporabili e subappaltabili.

## Art. 6. GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE, CATEGORIE CONTABILI

Ai sensi del D. Lgs. n. 36/2023 e s.m.i. e dell'art. 43 del DPR 207/10 e s.m.i., nel seguito si riportano le categorie di lavoro (corpi d'opera) previste in progetto, il relativo importo e l'aliquota percentuale riferita all'ammontare complessivo delle opere affidate a corpo. Tali aliquote saranno utilizzate per la compilazione della contabilità e la definizione dei pagamenti (Stati di Avanzamento Lavori).

**Opere a corpo (CORPI D'OPERA):**

| | importo (euro) | aliquota % |
|---|---|---|
| scavi | 1'256'611,67 | 10,805 |
| rilevati arginali | 2'711'731,75 | 23,317 |
| rivestimenti argine | 720'015,23 | 6,191 |
| setti antifiltrazione/antisifonamento | 4'521'632,77 | 38,879 |
| pavimentazione stradale | 455'552,88 | 3,917 |
| fosso irriguo | 398'620,13 | 3,428 |
| valvole, paratoie e tubazioni | 555'576,24 | 4,777 |
| muro | 553'183,88 | 4,757 |
| rivestimento muro e copertina | 242'075,45 | 2,081 |
| oneri sicurezza | 215'000,00 | 1,849 |
| **Totale SUB CATEGORIE euro** | 11'630'000,00 | 100,000 |

## Art. 7. PREZZI UNITARI

Per la redazione del computo metrico estimativo si è utilizzato il prezzario riportato nell'elaborato "Elenco prezzi unitari"

Per forniture o lavorazioni non previste nel citato Elenco Prezzi, si sono elaborati prezzi aggiuntivi basati su analisi di prezzi di mercato, richieste di preventivi e richieste d'offerta alle principali Aziende di settore, e sono comprensivi della maggiorazione per spese generali (15 %), per utili d'Impresa (10 %) e dei costi generali della sicurezza.

I codici alfanumerici, le descrizioni delle voci ed i prezzi utilizzati in progetto non hanno una corrispondenza biunivoca con il prezzario regionale. Su alcune voci di elenco, possono essere state apportate variazioni in funzione delle esigenze progettuali e delle condizioni locali.

Con la compilazione della propria offerta, l'Appaltatore riconosce che i prezzi definiti e descritti in progetto sono da intendersi come comprensivi e remunerativi di tutti gli oneri che l'Appaltatore stesso dovrà sostenere per ottemperare alle prescrizioni di Legge e del presente Capitolato Speciale d'Appalto, e per effettuare operazioni di acquisto, carico, trasporto, scarico e posa in opera dei materiali e delle apparecchiature, nonché per l'esecuzione di pratiche amministrative, per la richiesta di autorizzazioni e licenze, per la stipulazione di assicurazioni, per la regolarizzazione della posizione dei propri dipendenti e consulenti, per sorveglianze, assistenze, direzione di cantiere, supervisione, per tutte le certificazioni richieste per l'inizio, prosieguo, collaudo dei lavori e per l'esecuzione di prove, collaudi e messe in esercizio.

Fra gli oneri accessori si intendono compresi inoltre tutti gli oneri per tracciamenti e rilievi, per l'impiego e la conduzione di macchinari, di attrezzature, di mezzi d'opera, di mezzi di trasporto e di sollevamento, per consumo e sfridi di materiali, per consumo di acqua, di combustibili e di energia, per custodia e magazzinaggio di materiali e attrezzature, per lo smaltimento dei materiali di rifiuto risultanti dai lavori e per pulizie e sgombero delle aree destinate al cantiere.

L'esecuzione dell'appalto è finalizzata all'ottenimento della piena e completa funzionalità dell'intervento progettuale previsto, da realizzarsi mediante l'applicazione delle corrette procedure di lavorazione, in conformità alla Normativa vigente e nel rispetto di tutte le prescrizioni indicate nel Capitolato Speciale d'Appalto.

## Art. 8. INVARIABILITÀ DELL'OFFERTA DEI PREZZI A CORPO

In questa sede si sottolinea che i prezzi unitari ed a corpo offerti dall'Appaltatore si intendono stabiliti dal medesimo in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio; in detti prezzi, si riconoscono comprese tutte le spese inerenti e conseguenti alla esecuzione dei lavori secondo le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto e dei suoi allegati, che si intendono richiamate per ogni prezzo incluso in offerta.

Oltre a quanto stabilito nell'avviso di gara in questa sede si sottolinea che l'Impresa, prima di presentare la propria offerta, è obbligata ad eseguire tutti i sopralluoghi necessari per ben conoscere tutti gli aspetti dello stato di fatto dei luoghi e delle opere esistenti: gli elaborati grafici allegati e relativi allo stato di fatto delle opere esistenti sono da considerarsi come ben rappresentativi di tutti gli aspetti di principale importanza nei riguardi delle nuove opere da realizzare ma solo indicativi per quanto riguarda la precisione dei dettagli, delle quote e delle misure in esse riportate.

In particolare, le interferenze tra le opere oggetto del presente appalto ed i manufatti o le linee di sottoservizi già esistenti dovranno essere attentamente verificate dall'Impresa prima della effettiva esecuzione dei lavori; nei prezzi a corpo offerti e negli Oneri per la Sicurezza si intenderanno in ogni modo compresi e compensati gli adattamenti di dettaglio delle parti di nuova costruzione alle effettive misure delle opere esistenti.

L'Impresa, prima della formulazione dell'offerta, ha l'obbligo di controllare, attraverso l'esame degli elaborati progettuali, le voci elementari e le relative quantità componenti i lavori e riportate nel computo metrico estimativo di ciascuna opera a corpo.

In esito a tale verifica l'Impresa è tenuta eventualmente ad integrare o ridurre le quantità che valuta carenti od eccessive ed inserire le voci e le relative quantità che ritiene mancanti, rispetto a quanto previsto negli elaborati grafici e nel Capitolato Speciale, nonché negli altri documenti che è previsto facciano parte integrante del contratto, formulando pertanto l'offerta economica che ritiene congrua e remunerativa per l'esecuzione dei lavori secondo le regole dell'arte e in modo da assicurare un risultato tecnico conforme alle esigenze del Committente, secondo gli standard di sicurezza richiesti dal piano di Sicurezza e Coordinamento.

**Partecipando alla gara, l'Impresa appaltatrice implicitamente accetta, pena l'inammissibilità, che l'indicazione delle voci e delle quantità relative ai lavori a corpo, non ha effetto sull'importo offerto e che tale importo, seppure determinato attraverso l'applicazione dei prezzi unitari alle quantità delle varie lavorazioni, resta fisso ed invariabile.**

## Art. 9. PIANI DI SICUREZZA

Il piano di sicurezza dovrà essere redatto in osservanza a quanto disposto dall'art. 98 del T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., dovrà essere redatto da professionista abilitato.

Entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva, e comunque prima della consegna dei lavori, l'appaltatore redige e consegna al Committente ed al CSE:

a) eventuali proposte integrative del piano di sicurezza e di coordinamento quando quest'ultimo sia previsto ai sensi ai sensi del T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.;

b) un piano di sicurezza sostitutivo del piano di sicurezza e di coordinamento quando quest'ultimo non sia previsto ai sensi del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81;
b) un piano operativo di sicurezza 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 di coordinamento quando quest'ultimo sia previsto ai sensi del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81, ovvero del piano di sicurezza sostitutivo di cui alla lettera b).

Il piano di sicurezza e di coordinamento, quando previsto ai sensi del T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., nonché il piano operativo di sicurezza, formano parte integrante del contratto di appalto; i relativi oneri sono evidenziati nel bando di gara non sono soggetti a ribasso d'asta.

Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto. Il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori e il direttore tecnico di cantiere, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei vari piani di sicurezza.

Le Imprese esecutrici, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, possono presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori di cui al T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., proposte di modificazioni o integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento loro trasmesso dalla Stazione Appaltante, sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso.

I contratti di appalto, se privi dei piani di sicurezza sono nulli.

Ai fini dell'applicazione degli articoli 9, 11 e 35 della Legge 300/70, la dimensione numerica prevista per la costituzione delle rappresentanze sindacali aziendali nei cantieri di opere e lavori pubblici è determinata dal complessivo numero dei lavoratori mediamente occupati trimestralmente nel cantiere e dipendenti dalle Imprese concessionarie, appaltatrici e subappaltatrici, per queste ultime nell'ambito della o delle categorie prevalenti, secondo criteri stabiliti dai contratti collettivi nazionali di lavoro nel quadro delle disposizioni generali sulle rappresentanze sindacali.

## CAPO II - DISPOSIZIONI PARTICOLARI RIGUARDANTI L' APPALTO E IL MODO DI VALUTARE I LAVORI

### Art. 10. OSSERVANZA DEL CAPITOLATO GENERALE DEGLI APPALTI PER LAVORI PUBBLICI

L'intervento è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite dal Capitolato Generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici approvato con D.M.L.P. 145/2000, in tutto ciò che non sia in opposizione con le condizioni espresse nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché alla normativa di cui al D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. ed al DPR 207/10 e s.m.i., più volte citati ed ogni altra norma di legge, decreti e regolamenti vigenti e che siano emanati in corso d'opera in tema di lavori pubblici, di assicurazioni e previdenze sociali e infortuni che abbiano comunque applicabilità ai lavori di cui trattasi.

### Art. 11. DOCUMENTI CHE REGOLANO L'APPALTO

Sono parte integrante del contratto di appalto, oltre al presente Capitolato speciale d'appalto, il Capitolato generale d'appalto, di cui al d.m. 145/2000 per quanto non in contrasto con il presente capitolato o non previsto da quest'ultimo, e la seguente documentazione:

a) l'elenco dei prezzi unitari, ovvero il modulo compilato e presentato dall'appaltatore in caso di offerta prezzi;
b) il cronoprogramma;
c) le polizze di garanzia;
d) il Piano di Sicurezza e di Coordinamento ed i piani di cui all'art. 100 del d.lgs. n. 81/2008 e s.m.i.;
e) l'eventuale offerta tecnica dell'Appaltatore, in caso di procedura con OEPV che la preveda;
f) tutti gli elaborati di progetto (il computo metrico estimativo fa parte integrante del contratto solo se specificatamente indicato nel bando o nell'invito – art. 18 comma 1 D. Lgs. 36/2023).

Alcuni documenti sopra elencati possono anche non essere materialmente allegati, fatto salvo il capitolato speciale d'appalto e l'elenco prezzi unitari, purché conservati dalla stazione appaltante e controfirmati dai contraenti.

Sono contrattualmente vincolanti per le Parti le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- il Codice dei contratti - d.lgs. n. 36/2023;
- le leggi, i decreti, i regolamenti e le circolari ministeriali emanate e vigenti alla data di esecuzione dei lavori nonchè le norme vincolanti in specifici ambiti territoriali, quali la Regione, Provincia e Comune in cui si eseguono le opere oggetto dell'appalto;
- delibere, pareri e determinazioni emanate dall'Autorità Nazionale AntiCorruzione (ANAC);
- le norme tecniche emanate da C.N.R., U.N.I., C.E.I.

Qualora uno stesso atto contrattuale dovesse riportare delle disposizioni di carattere discordante, l'appaltatore ne farà oggetto d'immediata segnalazione scritta alla stazione appaltante per i conseguenti provvedimenti di modifica.

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 - elenco prezzi (ovvero modulo in caso di offerta prezzi) - disegni.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.

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.

## Art. 12. CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO

Per effetto della presentazione e sottoscrizione dell'offerta, l'Appaltatore conferma e riconosce, a tutti gli effetti di legge e di contratto, di:

a) aver esaminato il Capitolato Speciale d'Appalto;
b) aver esaminato tutti gli elaborati tecnici, descrittivi e grafici del progetto esecutivo che fanno parte integrante e sostanziale dell'Appalto, e posto a base di gara, ritenendolo esauriente e tale, quindi, da consentire una ponderata formulazione della propria offerta, che si intende comprensiva di tutti i costi e/o gli oneri diretti ed indiretti derivanti dalla corretta esecuzione dei lavori e forniture oggetto dell'appalto;
c) aver preso conoscenza delle opere da realizzarsi e del livello qualitativo richiesto, in termini di materiali, forniture e certificazioni, di collaudi da eseguirsi, di garanzie funzionali da assicurare per le classi di pressione previste in progetto, nonché del livello richiesto per l'esecuzione dei ripristini, con particolare riferimento alla chiusura delle trincee di scavo lungo le strade Statali e Provinciali;
d) aver ricontrollato tutte le singole quantità di progetto con proprio computo metrico, non aver dubbi sul tipo di dimensionamento dell'impianto di cantiere da predisporre per eseguire l'opera e dichiara espressamente che l'offerta formulata per l'esecuzione delle opere contrattualmente previste a corpo si basa su di una propria autonoma valutazione delle quantità dei lavori;
e) aver tenuto conto che i lavori devono essere eseguiti in un arco temporale che include possibili condizioni climatiche particolarmente sfavorevoli anche in considerazione della localizzazione delle opere, nonché condizioni ambientali che impongono l'adozione di idonee soluzioni di esecuzione per il rispetto dei tempi contrattuali, e che l'assistenza archeologica può rallentare l'esecuzione di alcune fasi lavorative, senza che questo comporti rivendicazioni economiche nei confronti della Stazione Appaltante;
f) aver preso visione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, di accettarne integralmente i contenuti e di impegnarsi a sviluppare gli aspetti di dettaglio, legati all'adozione di specifiche tecnologie di costruzione o all'uso di macchinari speciali, nel proprio POS, da consegnare al Coordinatore in fase Esecutiva prima dell'inizio della relativa fase lavorativa;
g) aver attentamente visitato il sito interessato dai lavori e di averne accertato tutte le circostanze generali e particolari nonché le condizioni che possono influire sulla determinazione della propria offerta quali le condizioni di viabilità, di accesso, di impianto del cantiere e le condizioni del suolo su cui dovranno eseguirsi i lavori;
h) aver fatto esaminare al proprio Geologo incaricato le relazioni geologica e geotecnica eventualmente contenuta nel progetto;
i) aver considerato la presenza e la consistenza della falda idrica;
j) aver effettuato la ricognizione del luogo e del comprensorio, con particolare riferimento dell'esistenza di centri di valorizzazione di materiali inerti o discariche autorizzate per inerti, idonei a recepire la frazione in esubero dei materiali scavati, anche in funzione delle lavorazioni adottate;
k) aver tenuto conto, nella formulazione dell'offerta, dello stato di consistenza dell'area;
l) aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto;
m) aver basato l'offerta su proprie valutazioni dei rischi derivanti dalle attività di escavazione e di movimentazione dei materiali quali il rischio archeologico, il rischio amianto, il rischio di inquinamento del suolo e sottosuolo, inquinamento dell'aria e acustico, e quindi di doverne attuare il monitoraggio in qualsiasi delle condizioni ambientali in cui ci si venga a trovare il cantiere, dovendone ovviamente adeguare le modalità di lavorazione (adeguamento di tutti i dispositivi di protezione sia del personale sia dell'ambiente interno ed esterno);
n) avere quindi preso perfetta conoscenza della natura, dell'entità, della destinazione delle opere da eseguire nonché di avere debitamente valutato le relative caratteristiche climatiche, possibilità logistiche, le vie di comunicazione e accesso al cantiere, le possibili aree di cantiere, la necessità di usare mezzi di trasporto e sollevamento commisurati alle esigenze del cantiere, le ubicazioni di cave di prestito, di centri

di conferimento e valorizzazione degli inerti in esubero o delle discariche autorizzate per inerti e di tutte le altre condizioni che possono influire sul costo e sullo svolgimento dei lavori e tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori e di avere giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di tali condizioni, informazioni e descrizioni.

L'Appaltatore quindi dichiara di avere la possibilità ed i mezzi necessari per procedere all'esecuzione dei lavori, secondo le norme e i migliori sistemi costruttivi e nei tempi contrattuali previsti.

## Art. 13. ANTICIPAZIONE - MODALITÀ E TERMINI DI PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO

Ai sensi dell'art. 125 del d.lgs. 36/2023, sul valore del contratto d'appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al 20% da corrispondere all'appaltatore entro 15 giorni dall'effettivo inizio della prestazione.
L'erogazione dell'anticipazione, consentita anche nel caso di consegna in via d'urgenza, ai sensi dell'art. 17, c. 8 e 9 del codice è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma della prestazione. La predetta garanzia è rilasciata da imprese bancarie autorizzate ai sensi dell'art. 106 c. 3 del codice, o assicurative, autorizzate alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'assicurazione e che rispondono ai requisiti di solvibilità previsti dalle leggi che ne disciplinano la rispettiva attività. La garanzia può essere, altresì, rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'albo degli intermediari finanziari di cui all'arti. 106 del d.lgs. 385/1993 che svolgono esclusivamente attività di rilascio garanzie e sono sottoposti a revisione contabile.

La garanzia fideiussoria è emessa e firmata digitalmente ed è verificabile telematicamente presso l'emittente, ovvero gestita mediante ricorso a piattaforme operanti con tecnologie basate su registri distribuiti ai sensi dell'art. 8-ter c. 1, del D.L. 135/2018, convertito, con modificazioni, dalla L. 12/2019, conformi alle caratteristiche stabilite dall'Agid con il provvedimento di cui all'art. 26 c. 1 del codice.

L'importo della garanzia è gradualmente e automaticamente ridotto nel corso della prestazione, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della stazione appaltante. Il beneficiario decade dall'anticipazione, con obbligo di restituzione, se l'esecuzione della prestazione non procede, per ritardi a lui imputabili, secondo i tempi contrattuali. Sulle somme restituite sono dovuti gli interessi legali con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, raggiunga la cifra di Euro **1.000.000,00 (unmilione).**
Nei contratti di lavori i pagamenti relativi agli acconti del corrispettivo sono effettuati nel termine di 30 giorni decorrenti dall'adozione di ogni SAL, salvo che sia espressamente concordato nel contratto un diverso termine, comunque non superiore a 60 giorni e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.

Il SAL, ricavato dal registro di contabilità, è rilasciato nelle modalità e nei termini indicati nel contratto. A tal fine, il direttore dei lavori accerta senza indugio il raggiungimento delle condizioni contrattuali. In mancanza, lo comunica l'esecutore dei lavori. Contestualmente all'esito positivo dell'accertamento, oppure contestualmente al ricevimento della comunicazione dell'esecutore, il direttore dei lavori adotta il SAL e lo trasmette al RUP.
In caso di difformità tra le valutazioni del direttore dei lavori e quelle dell'esecutore in merito al raggiungimento delle condizioni contrattuali per l'adozione del SAL, il direttore dei lavori, a seguito di tempestivo contraddittorio con l'esecutore, archivia la comunicazione oppure adotta il SAL e lo trasmette immediatamente al RUP.

I certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo sono emessi dal RUP contestualmente all'adozione di ogni SAL e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni. Il RUP, previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore e dei subappaltatori, invia il certificato di pagamento alla stazione appaltante, la quale procede al pagamento. L'esecutore emette fattura al momento dell'adozione del certificato di pagamento.

Il RUP rilascia il certificato di pagamento relativo alla rata di saldo all'esito positivo del collaudo dei lavori e comunque entro un termine non superiore a 7 giorni dall'emissione dei relativi certificati. Il pagamento è effettuato nel termine di 30 giorni decorrenti dall'esito positivo del collaudo, salvo non sia concordato un diverso termine nel contratto (non superiore a 60 giorni) e purchè ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche.
Il certificato di pagamento non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666 c. 2 del c.c.

In caso di ritardo nei pagamenti si applicano gli interessi moratori di cui agli artt. 5 e 6 del d.lgs. 231/2002.
Le piattaforme digitali di cui all'art. 25 del codice, assicurano la riconducibilità delle fatture elettroniche agli acconti corrispondenti ai SAL e a tutti i pagamenti dei singoli contratti, garantendo l'interoperabilità con i sistemi centrali di contabilità pubblica. Le predette piattaforme sono integrate con la piattaforma tecnologica per l'interconnessione e l'interoperabilità tra le pubbliche amministrazioni e i prestatori di servizi di pagamento abilitati, prevista dall'art. 5 del codice dell'amministrazione digitale, di cui al d.lgs. 82/2005.

Ai sensi dell'art. 11 c. 6 del codice, in caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente dell'affidatario o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la stazione appaltante trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.
In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni è operata una ritenuta dello 0,50%; le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale, il RUP invita per iscritto il soggetto inadempiente, ed in ogni caso l'affidatario, a provvedervi entro i successivi 15 giorni. Ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la stazione appaltante paga anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'affidatario del contratto ovvero dalle somme dovute al subappaltatore inadempiente nel caso in cui sia previsto il pagamento diretto.

I materiali approvvigionati a piè d'opera, corredati da tutta la documentazione tecnica e dalle previste certificazioni, dopo essere stati espressamente accettati dalla Direzione dei Lavori, potranno essere contabilizzati con applicazione della metà dell'importo relativo alla fornitura a piè d'opera di detti materiali, da valutarsi al prezzo netto di contratto o, in difetto, al prezzo indicato per la fornitura dall'analisi prezzi di progetto, al netto del ribasso offerto.

I materiali e i manufatti a piè d'opera portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'Appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal Direttore dei Lavori ai sensi dell'art. 18, c. 1 del D.M.145/2000.

Per ogni stato di avanzamento l'importo netto derivante dalla contabilizzazione di materiali a piè d'opera non potrà essere superiore al 50 % dell'importo netto del S.A.L.

Per la contabilizzazione dei lavori a corpo si procederà con la registrazione progressiva delle percentuali delle lavorazioni eseguite (valutate secondo le disposizioni di cui allo specifico capitolo sulle modalità misura del Capitolato Speciale d'Appalto) e, in occasione della emissione dei vari stati di avanzamento, sulla base delle precedenti registrazioni sarà allibrata in contabilità la percentuale dell'aliquota relativa rilevata dal Capitolato Speciale d'Appalto. L'ultima rata sarà valutata per differenza all'importo complessivo.

## Art. 14. REVISIONE PREZZI

Si richiama integralmente l'art. 60 del d. Lgs. 36/2023.

Al di fuori delle fattispecie previste dall'articolo sopra richiamato è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del Codice Civile.

## Art. 15. CRONOPROGRAMMA E TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Il cronoprogramma dei lavori di progetto, redatto ai sensi dell'art. 40 del DPR 207/2010, prevede un tempo utile per dare ultimati tutti i lavori pari a **300 (trecento) giorni** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna; nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto della prevedibile incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole in misura di 60 giorni di tempo piovoso (pioggia > 1 mm al giorno).
Non possono essere concesse proroghe per recuperare i rallentamenti o le soste dovuti ad ordinari eventi meteorologici.

Le lavorazioni in progetto dovranno essere eseguite secondo l'ordine indicato nel cronoprogramma di progetto.

Il tempo utile tiene conto inoltre dei rallentamenti dovuti alle verifiche archeologiche previste in progetto e da eseguirsi durante il corso degli scavi; qualora le operazioni di cantiere dovessero essere sospese per un periodo di tempo superiore ai 15 (quindici) giorni consecutivi a causa del rinvenimento di reperti da recuperare mediante operazioni specialistiche, all'Appaltatore non spetterà alcuna forma di indennizzo per il fermo cantiere, fatto salvo la concessione di una congrua proroga dei tempi contrattuali.

L'Appaltatore deve ultimare i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data del verbale di consegna.

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dall'Appaltatore comunicata per iscritto al Direttore dei Lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.

L'Appaltatore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla Stazione Appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

Nel caso di risoluzione del contratto, ai fini dell'applicazione delle penali, il periodo di ritardo è determinato sommando il ritardo accumulato dall'Appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori di cui all'art. 43, c. 10 del DPR 207/10 e il termine assegnato dal Direttore dei Lavori per compiere i lavori.

## Art. 16. PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Prima dell'inizio dei lavori, l'esecutore presenta alla stazione appaltante un programma di esecuzione dei lavori dettagliato ai sensi dell'art. 32 c. 9 dell'allegato I.7 del d.lgs. 36/2023, indipendente dal cronoprogramma, nel quale sono riportate, per ogni lavorazione, le previsioni riguardo il periodo di esecuzione, l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle scadenze contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

L'Appaltatore dei lavori dovrà presentare all'approvazione della Direzione dei Lavori, entro **15 giorni** dalla data di consegna, e comunque prima dell'inizio dei lavori, il programma impegnativo di esecuzione dei lavori che gli siano stati consegnati, nel quale sono riportate, 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 o alle date presunte.

Tale programma, tuttavia, anche se approvato dalla Direzione dei Lavori, non sarà vincolante per l'Amministrazione che si riserva il diritto di indicare ove debbano essere a preferenza incominciati i lavori e concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto anche in corso d'opera, dal pubblico vantaggio.

Per ogni giorno di ritardo nella presentazione del programma di sviluppo dei lavori sarà applicata una penale pari allo **zero virgola due per mille** dell'importo contrattuale.

Nella redazione di tali programmi l'Appaltatore, in ossequio alle prescrizioni di cui all'art. 43 del DPR 207/10, dovrà evidenziare - con adeguati grafici - l'inizio, l'avanzamento mensile ed il termine di ultimazione delle singole categorie di lavoro indicandone vincoli od impedimenti all'esecuzione ed il termine entro cui dovranno essere rimossi, altresì precisando quantità e tipo delle macchine e degli impianti che in ogni caso si obbliga ad impiegare anche per quanto concerne il termine del loro approntamento in cantiere.

Nella redazione del programma, l'Appaltatore è tenuto altresì a considerare il coordinamento dei lavori con la realizzazione di altre opere non comprese nel presente Appalto, nonché dei tempi necessari per ottenere, in nome e per conto dell'Ente Appaltante, tutte le autorizzazioni previste dalla vigente normativa da parte degli Enti competenti per l'esecuzione delle opere, senza il diritto di farne oggetto di richiesta per speciali compensi.

Nella compilazione del programma dovrà essere data priorità alle opere che condizionano lo sviluppo dei lavori o che convenga eseguire anticipatamente, per assicurare la corretta funzionalità all'ultimazione dei lavori.

Peraltro, dovranno essere adeguatamente considerate le prevedibili cause di ritardi quali l'inclemenza atmosferica stagionale, le difficoltà di approvvigionamento di componentistica elettromeccanica, l'ottenimento delle autorizzazioni, lo spostamento di particolari sottoservizi, periodi di ferie ecc., programmando con criterio prudenziale l'inizio dei lavori che possono essere più incisivamente condizionati.

Al programma presentato dall'Appaltatore, la Direzione dei Lavori potrà richiedere le modifiche e i perfezionamenti ritenuti necessari per una cautelativa valutazione dei tempi tecnici e per un più armonico sviluppo dei lavori, al fine di conseguire maggiori garanzie per lo sviluppo e per l'ultimazione delle opere entro i termini previsti dal contratto; potrà inoltre essere prescritta la priorità di esecuzione di alcune opere particolarmente influenzanti il funzionamento dell'intera opera.

L'Appaltatore avrà un termine di **10 giorni** per adeguare i programmi stessi alle direttive ricevute senza poter avanzare, in relazione alle prescrizioni del Committente, nessuna richiesta di compensi ne accampare alcun particolare diritto.

Dopo che il programma, nella definitiva stesura, avrà ottenuto il benestare dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore, nel corso dei lavori, dovrà provvedere, di propria iniziativa, ad aggiornarlo ed a presentarlo alla Direzione dei Lavori stessa ogni qual volta se ne presenti la necessità, ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere modifiche, anche per tali aggiornamenti, in analogia a quanto innanzi detto.

L'accettazione da parte della Direzione Lavori del programma originario di esecuzione dei lavori e dei successivi aggiornamenti non potrà costituire titolo alcuno di giustificazione dell'Appaltatore e per gli eventuali ritardi a lui addebitabili, rispetto agli impegni contrattuali.

I programmi saranno inoltre, oggetto di revisione qualora siano approvate varianti in corso d'opera ovvero quando per qualsiasi altra ragione il programma generale debba essere aggiornato.

Il Committente si riserva in ogni caso il diritto di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, in relazione a particolari esigenze, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà al Committente di risolvere il Contratto per colpa dell'Appaltatore nei modi e con gli effetti stabiliti dal relativo articolo o, in ipotesi di consegna anticipata, di non stipulare il Contratto, salvo in ogni caso il diritto al risarcimento degli eventuali maggiori danni.

Per il recupero di eventuali slittamenti che si dovessero verificare, il medesimo Appaltatore dovrà aggiornare il programma e potenziare la sua organizzazione incrementando i mezzi, la manodopera e quanto altro necessario per consentire l'ultimazione del lavoro nei termini previsti senza per questo avere nulla a pretendere; ai sensi dell'art. 43 c. 11 del DPR 207/10, la richiesta all'Appaltatore del Direttore dei Lavori, per cause e fatti imputabili all'Appaltatore stesso, di porre in atto azioni straordinarie e/o incrementare ulteriormente le prestazioni fuori dal normale orario di lavoro e/o oltre i normali giorni lavorativi/festivi e/o di

operare su turni e/o di aumentare le consistenze di uomini e mezzi, caratteristiche e prestazioni degli impianti e delle attrezzature per l'esecuzione del lavoro, o tutte queste cose insieme al fine di rispettare i termini contrattuali del cronoprogramma non costituisce in alcun modo pretesa per l'Appaltatore di compensi aggiuntivi né l'Appaltatore può opporvisi.

Il programma mentre non vincola il Committente, che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettare i termini di ultimazione ed ogni altra modalità, la Stazione appaltante si riserva in ogni caso la facoltà di ordinare che l'esecuzione dei lavori avvenga nel modo più conveniente per la loro compiuta realizzazione senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o pretendere speciali compensi.

Il programma lavori esecutivo dovrà essere predisposto secondo le indicazioni di cui all'artt. 40 e 43 del DPR 207/10.

Si conviene inoltre che qualora l'Impresa:

a) non provveda a dare concreto avvio ai lavori entro il termine di 10 giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori, ovvero
b) sospenda per qualsiasi motivo i lavori per un periodo di tempo superiore ai 10 giorni solari senza l'espresso consenso scritto della Direzione Lavori, ovvero
c) non rispetti il termine utile, riportato all'art. 14 del presente capitolato, per l'esecuzione di tutti i lavori appaltati

ognuna delle predette circostanze sub a), b), e c) costituirà, per espresso patto tra i contraenti, motivo valido e sufficiente affinché il Committente abbia piena facoltà di risolvere il contratto, fatta salva l'applicazione delle penali di cui al paragrafo seguente ed il risarcimento danni di legge.

**Piano di qualità di costruzione e di installazione**
L'esecutore redige il piano di qualità di costruzione e di installazione ai sensi dell'art. 32 c. 5 dell'allegato I.7 del d.lgs. 36/2023, che prevede, pianifica e programma le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo della fase esecutiva. Il piano è stato approvato dal direttore dei lavori e definisce i criteri di valutazione dei materiali e dei prodotti installati e i criteri di valutazione e risoluzione di eventuali non conformità.

## Art. 17. STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

Accettando di eseguire il Contratto d'appalto, l'Appaltatore conferma, senza riserva alcuna, la realizzabilità dell'opera al prezzo offerto in sede di gara.

In nessun caso si procederà alla stipulazione del contratto se il Responsabile del Procedimento e l'Appaltatore non abbiano concordemente dato atto, con verbale da entrambi sottoscritto, del permanere delle condizioni che consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

La stipulazione del contratto di appalto deve avere luogo entro **60 giorni** dall'aggiudicazione definitiva, tale termine decorrerà dalla comunicazione all'Appaltatore della delibera di aggiudicazione definitiva efficace.

Inoltre, il Responsabile del Procedimento si riserva di autorizzare il Direttore dei lavori alla consegna dei lavori subito dopo l'aggiudicazione definitiva per motivi di urgenza.

Qualora l'Appaltatore non si presenti per la sottoscrizione del contratto, la Stazione Appaltante effettuerà le comunicazioni di legge alle competenti Autorità, fermo restando il diritto della Stazione Appaltante all'escussione della cauzione e a richiedere i maggiori danni.

Fermi restando gli altri adempimenti previsti dal Capitolato Speciale d'Appalto, prima della stipulazione del contratto e nel corso dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore, ove tenuto per legge, deve effettuare le comunicazioni di cui all'art. 1 del DPCM 187/91.

Per la stipulazione del contratto di appalto e per le autorizzazioni al subappalto e cottimi sono necessarie le comunicazioni e le informazioni prefettizie secondo quanto previsto dalla vigente normativa antimafia.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di verificare anche in corso d'opera la permanenza dei requisiti per l'affidamento dei lavori.

Qualora abbia luogo la perdita dei requisiti di cui alle comunicazioni e informazioni prefettizie, la Stazione Appaltante potrà recedere dal contratto ai sensi del DPR 252/98.

## Art. 18. GARANZIA PROVVISORIA

Si richiamano integralmente gli artt. 53 e 106 del codice dei contratti d.lgs. 36/2023.

## Art. 19. GARANZIA DEFINITIVA E POLIZZA ASSICURAZIONE PER DANNI ALLE OPERE ESISTENTI

Si richiama integralmente l'art. 117 del codice dei contratti d.lgs. 36/2023.

## Art. 20. OBBLIGHI DELL'APPALTATORE RELATIVAMENTE AI FLUSSI FINANZIARI

L'appaltatore assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della L. 136/2010, a pena di nullità del contratto.

Tutti i movimenti finanziari relativi all'intervento per pagamenti a favore dell'appaltatore, o di tutti i soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all'intervento, avvengono mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall'ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità. Tali pagamenti avvengono utilizzando i conti correnti dedicati.

Le prescrizioni suindicate sono riportate anche nei contratti sottoscritti con subappaltatori e/o subcontraenti a qualsiasi titolo interessati all'intervento.

L'appaltatore si impegna, inoltre, a dare immediata comunicazione alla stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia ove ha sede la stazione appaltante, della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione del contratto.

## Art. 21. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Si richiama integralmente l'**art. 119 del D. Lgs. 36/2023.**

## Art. 22. ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE RELATIVAMENTE ALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE NEL LORO COMPLESSO

Fermo restando quanto previsto dall'art. 5 del D.M.L.P. 145/2000 e dall'art. 32 c. 4 del DPR 207/10, sono a carico dell'Appaltatore, e quindi da considerarsi compresi e remunerati con i prezzi a corpo dell'Appalto, nonché con la somma prevista per la sicurezza, gli oneri e obblighi di seguito riportati, gli oneri e gli obblighi descritti nelle parti tecniche del Capitolato Speciale d'Appalto e quant'altro necessario per la realizzazione a regola d'arte dell'opera.

L'Appaltatore ha l'onere di aggiornare, con l'approvazione della Direzione Lavori e del Coordinatore per l'Esecuzione, secondo le rispettive competenze, gli elaborati di progetto in conseguenza delle varianti o delle soluzioni tecniche adottate.

### 22.1 Oneri derivanti da prescrizioni antinfortunistiche e antimafia - piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori

L'appaltatore è obbligato ad applicare le norme e le prescrizioni di legge di cui ai D.Lgs. 36/2023 e s.m.i. e T.U.S. D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., nonché di tutte le leggi e disposizioni in materia antinfortunistica e di sicurezza dei lavoratori.

In particolare si richiede all'Appaltatore, prima della consegna lavori:

a) di trasmettere alla Stazione Appaltante e alla Direzione Lavori copia della documentazione di avvenuta denuncia agli Enti Previdenziali, (inclusa la Cassa Edile), assicurativi ed antinfortunistici e copia dei versamenti contributivi, previdenziali e assicurativi nonché di quelli dovuti agli organi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva;
b) di presentare alla Stazione Appaltante e alla Direzione Lavori le copie delle polizze assicurative di cui agli obblighi del presente Capitolato Speciale d'Appalto;

L'Appaltatore deve inoltre:

c) trasmettere alla Stazione Appaltante e alla Direzione Lavori le copie dei versamenti contributivi, previdenziali ed assicurativi, nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva;
d) nel caso si preveda l'affidamento di parte delle opere in subappalto, predisporre, in ottemperanza alle disposizioni di legge vigenti, i documenti nelle forme e nei contenuti di cui agli obblighi del presente Capitolato Speciale d'Appalto, prima dell'inizio dei lavori di subappalto.

***Bollettini di sicurezza: N.B. IMPORTANTE***

L'Impresa è tenuta ad inviare, *via e-mail*, al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori, ***con periodicità bisettimanale*** (entro le ore 12.00 di ogni martedì e di ogni venerdì), i seguenti documenti:

- breve relazione sullo stato dei lavori e sull'esatta posizione del cantiere in avanzamento
- documentazione fotografica (minimo n. 3 fotografie, in formato digitale, per ogni sito di intervento)
- segnalazione di incidenti o di fase critiche di lavoro
- previsioni di lavoro per la settimana successiva
- previsioni di utilizzo di nuove tecnologie, materiali o processi non previsti inizialmente

## 22.2 Oneri finalizzati direttamente all'esecuzione dei lavori

Nei prezzi indicati nell'offerta economica si intendono compresi (e si intenderanno comunque compensati) tutti gli oneri derivanti da e per:

a) le spese per la costituzione del domicilio presso i lavori;
b) il compenso per il proprio rappresentante, e per il Direttore Tecnico di cantiere e per il Geologo incaricato, aventi le qualifiche professionali richieste dal presente capitolato; per tutta la durata dell'appalto l'Appaltatore o un suo rappresentante, che può anche essere il medesimo Direttore di Cantiere, munito di regolare procura per il ricevimento, valido a tutti gli effetti anche legali, degli ordini scritti e verbali impartiti da parte della Direzione Lavori, dovrà essere giornalmente e costantemente reperibile. Restano ferme al riguardo anche le disposizioni contenute nell'art. 4 del D.M.L.P. 145/2000;
c) il compenso per i propri dipendenti e gli oneri derivanti dalla loro organizzazione e coordinamento;
d) l'impiego dei macchinari di qualsiasi genere nel numero e con le caratteristiche necessarie alla puntuale esecuzione delle opere;
e) le spese per formare e mantenere i cantieri e illuminarli, con particolare riferimento agli accessi, ai percorsi interni e ai luoghi ove vengono realizzati i lavori;
f) le spese per i percorsi di servizio, ponteggi, passerelle e scalette, mezzi di sollevamento e mezzi d'opera in genere, di trasporto di materiali, le spese per attrezzi, ponteggi, piani di lavoro ecc., le spese per tutti i lavori e le attività occorrenti per una corretta manutenzione ed un sicuro uso del cantiere e delle sue attrezzature, le strade di servizio del cantiere, anche se riutilizzabili dopo la presa in consegna delle opere da parte della Stazione Appaltante, le spese per mantenere in buono stato di servizio gli attrezzi e i mezzi necessari anche ai lavori in economia;
g) le spese per il posizionamento dei baraccamenti degli operai e dei servizi igienici, incluso riscaldamento, illuminazione, energia ecc,, nelle aree di cantiere indicate nel PSC e concordate con il Coordinatore per la Sicurezza in sede di Esecuzione oppure, in alternativa, in un altro sito scelto a cura e spese dell'Appaltatore ed approvato espressamente dal Coordinatore;
h) le spese per le reti di distribuzione interna di f.m. e di illuminazione elettrica, gli idranti ed i quadretti elettrici e quanto necessario ad allacciare le stesse con i gruppi generatori e con le reti esterne al cantiere e le spese di allacciamento per l'energia elettrica, l'acqua, il gas, l'uso di fognatura, il telefono, i relativi contratti e canoni e le spese di consumo per tutta la durata del cantiere;
i) le spese per l'allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione che possano arrecare danni e per il consolidamento temporaneo delle scarpate e dei versanti;
j) le spese per rimuovere materiali o cumuli di terra o riporti relativi a strade di servizio che sono state eseguite per l'uso del cantiere ma che non sono previste nel progetto;
k) le spese per la pulizia quotidiana e finale del cantiere ed il mantenimento dell'agibilità dello stesso nonché degli ambienti limitrofi, in modo da evitare pericoli o disagi al personale impiegato o a terzi; la pulizia dei

pendii e la rimozione delle masse instabili. Lo sgombero del cantiere entro due settimane dall'ultimazione dei lavori, ad eccezione di quanto occorrente per le operazioni di collaudo, da sgomberare subito dopo il collaudo stesso. Al riguardo, non appena ultimati i lavori, l'Appaltatore provvederà a rimuovere le installazioni di cantiere e le opere provvisorie comprese le eventuali fondazioni delle stesse, e a rimuovere le piste di cantiere e le piazzole utilizzate per l'esecuzione dei lavori, rimodellando l'area come previsto in progetto, a sistemare e pulire i terreni occupati ed interessati dalle opere appaltate, nonché a ripristinare quelli limitrofi. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere a rimuovere tutti i materiali residui e gli sfridi di lavorazione provvedendo alla relativa posa in discarica con particolare riferimento alla normativa in materia. Nel caso in cui l'Appaltatore non ottemperi a quanto sopra, la Direzione dei Lavori inviterà per iscritto l'Appaltatore a provvedervi e, in difetto, dopo 8 giorni da tale invito, la Stazione Appaltante potrà provvedere direttamente, restando inteso che tutti gli oneri e le spese relative saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore e la Stazione Appaltante potrà trattenere gli importi da quanto dovuto all'Appaltatore stesso. La Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Appaltatore, salvo il diritto al risarcimento del danno ulteriore, anche prima della fine dei lavori, sgomberi parziali e rimozioni di impianti e di installazioni che non siano necessari al proseguimento dei lavori stessi;

l) le spese per segnalazioni, diurne e notturne, mediante appositi cartelli e fanali, nei tratti stradali interessati dai lavori, lungo i quali tratti il transito debba temporaneamente svolgersi con particolari cautele; nonché le spese per gli occorrenti guardiani, pilotaggi e ripari che potessero occorrere. Le suddette segnalazioni corrisponderanno ai tipi prescritti dal "Nuovo Codice della Strada" approvato con D.Lgs. 285/92 e dal relativo Regolamento di esecuzione e dalle Leggi e circolari complementari attuative, ed a quanto previsto dalla Circolare del Ministero del LL.PP. 2900/84 per lavori eseguiti su autostrada e strade con analoghe caratteristiche, purché non in contrasto con la segnaletica prevista dal Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada;
m) l'onere per il completamento della picchettazione, prima di porre mano ai lavori oggetto dell'appalto, del tracciato indicando con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano viabile, alla inclinazione delle scarpate, alle cunette ed ai fossi di guardia, procedendo, altresì, al tracciamento di tutte le opere con l'obbligo della conservazione del picchetti e delle modine;
n) l'onere per assicurare il transito lungo le strade ed i passaggi pubblici e privati, che venissero intersecati o comunque disturbati nella esecuzione dei lavori, provvedendo all'uopo, a sue esclusive spese, con opere provvisionali e con le prescritte segnalazioni;
o) le spese per assicurare in ogni momento l'esercizio della strada nei tratti interessati dalla sistemazione in sede;
p) l'onere per mantenere e conservare tutte le servitù attive e passive esistenti sul tratto di strada oggetto dell'appalto, rimanendo responsabile di tutte le conseguenze che l'Ente Proprietario, sotto tale rapporto, dovesse sopportare per colpa di esso Appaltatore;
q) l'osservanza integrale delle norme in applicazione della legge sulla Polizia mineraria, nonché per osservare tutte le prescrizioni, leggi e regolamenti in vigore per l'uso delle mine;
r) l'onere per la sistemazione delle strade comunali, provinciali o statali danneggiate a seguito di eventi imputabili all'impiego di esplosivi;
s) l'espletamento di tutte le pratiche e tutti gli oneri per l'eventuale utilizzo di aree pubbliche o private occorrenti per le strade di servizio per l'accesso ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per cave di prestito, per sistemazioni di materiali dichiarati inutilizzabili dalla Direzione dei Lavori, per cave e per tutto quanto occorre alla esecuzione dei lavori. Per i materiali di risulta non reimpiegabili, soggetti alla regolamentazione sulle discariche, l'appaltatore resta obbligato al conferimento dei detti materiali a discariche autorizzate e a sostenere ogni onere derivante;

t) l'adozione di tutti i provvedimenti necessari perché, nel caso venga disposta la sospensione dei lavori, siano impediti deterioramenti di qualsiasi genere alle opere già eseguite, restando inteso che saranno a carico esclusivo dell'Appaltatore – e non considerati come dovuti a cause di forza maggiore – i danni che potranno derivare da inadempienze al presente onere;
u) l'immediata comunicazione alla Stazione Appaltante (direttamente o per il tramite del Direttore dei Lavori) di ogni atto o provvedimento delle Autorità Giudiziarie e/o Amministrative pervenuti all'Appaltatore, comunque suscettibili di incidere nella sfera giuridica o nella responsabilità della Stazione Appaltante;
v) l'immediata denunzia da parte dell'Appaltatore all'Ufficio Dirigente delle contravvenzioni in materia di polizia stradale che implichino un danno per la strada e relative pertinenze. Qualora l'Appaltatore omettesse di fare tali denunzie sarà in proprio responsabile di qualunque danno che potesse derivare all'Amministrazione da tale omissione;
w) in ogni caso i guasti che per effetto di terzi fossero arrecati alla strada nei tratti aperti al transito, se regolarmente denunziati dall'Appaltatore saranno riparati a cura di quest'ultimo con rimborso delle spese sostenute. Nel caso di mancata denunzia, la spesa resterà a carico dell'Appaltatore, rimanendo impregiudicati i diritti del medesimo verso i terzi;
x) le informazioni e la documentazione che l'Appaltatore è tenuto a fornire tempestivamente alla Direzione dei Lavori;
y) l'obbligo ad attuare il D.M. 203/03 utilizzando almeno il 30% di materiali riciclati, manufatti e beni in materiale riciclato a condizione che si siano verificate la disponibilità e la congruità del prezzo degli stessi. E' pertanto cura ed onere dell'Appaltatore verificare ed individuare nell'ambito delle prescrizioni progettuali quei materiali, manufatti e beni in materiale riciclato che rientrano nel Repertorio del riciclaggio (RR) ai sensi dell'art. 4 del D.M. 203/03 e per i quali, a fronte del presente contratto, l'Appaltatore assume l'obbligo di utilizzo nella quantità minima del 30% per ciascuna categoria di prodotto. L'impiego di detto materiale deve essere da parte dell'Appaltatore debitamente documentato e certificato sottoponendo preventivamente alla Direzione dei Lavori la lista dei materiali, manufatti e beni in materiale riciclato che intende impiegare e successivamente fornire l'evidenza documentale quantitativa del materiale utilizzato. Qualora l'Appaltatore non ravvisi che sussistano le richieste condizioni di disponibilità e congruità del prezzo (art. 3 c. 4) dovrà darne immediata informativa alla Direzione dei Lavori fornendo la documentazione di supporto. La Direzione dei Lavori dovrà dare deroga scritta all'Appaltatore in merito all'impiego del materiale, manufatto e bene. L'autorizzazione della Direzione dei Lavori non solleva in alcun modo l'Appaltatore dalle proprie responsabilità in merito alla corretta applicazione del D.M. 203/03.

### 22.3 Oneri finalizzati all'esercizio del potere di ingerenza della Stazione Appaltante sui lavori

Nei prezzi di contratto si intendono compresi (e si intenderanno comunque compensati) tutti gli oneri derivanti da e per:

a) le spese per le operazioni di collaudo e consegna dei lavori, sia riguardo al personale di fatica e tecnico sia riguardo a tutte le strumentazioni e i materiali che il Direttore dei lavori riterrà opportuni, compresa la spesa relativa alla verifica del rilievo dei luoghi; le spese occorrenti alla effettuazione di tutte le prove e collaudi, ivi inclusi i necessari campioni - in contraddittorio con il Direttore dei Lavori o suo incaricato e con redazione di verbale e apposizione di suggelli, la loro eventuale stagionatura, nonché le spese necessarie ad eseguire modelli, campioni di lavorazione, collaudi ed esperimenti di qualsiasi genere, verifiche presso laboratori di cantiere, richieste dalla Direzione Lavori o dall'organo di collaudo e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che per ciò l'Appaltatore possa chiedere alcuno indennizzo per eventuali sospensioni o ritardi dei lavori: e ciò allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza di materiali e componenti da

impiegare o impiegati. La spesa per la custodia fino al collaudo definitivo, in appositi locali presso i luoghi di lavoro - o presso l'Ufficio della Direzione dei Lavori, - dei campioni di materiali e componenti muniti di sigilli a firma sia del Direttore dei Lavori che dell'Appaltatore, nei modi più idonei per garantirne l'autenticità. La spesa per la custodia dei materiali da costruzione nei luoghi di lavoro, ritenendosi esonerata la Stazione Appaltante da ogni qualsiasi responsabilità per eventuali distruzioni, danneggiamenti o furti. Gli oneri relativi al mantenimento in cantiere, durante eventuali periodi di sospensione dei lavori, di macchinari ed attrezzature. La spesa per la protezione delle opere e dei materiali a prevenzione di danni di qualsiasi natura, nonché rimozione di dette protezioni a richiesta del Direttore dei Lavori (ad esempio per misurazioni e verifiche) ed il loro ripristino;

b) la spesa per la custodia dei materiali da costruzione nei luoghi di lavoro, ritenendosi esonerata la Stazione Appaltante da ogni qualsiasi responsabilità per eventuali distruzioni, danneggiamenti o furti. Gli oneri relativi al mantenimento in cantiere, durante eventuali periodi di sospensione dei lavori, di macchinari ed attrezzature. La spesa per la protezione delle opere e dei materiali a prevenzione di danni di qualsiasi natura, nonché rimozione di dette protezioni a richiesta del Direttore dei Lavori (ad esempio per misurazioni e verifiche) ed il loro ripristino;
c) l'organizzazione di riunioni di coordinamento fra i responsabili delle Imprese operanti in cantiere e il Coordinatore per la sicurezza in corso di esecuzione dei lavori;
d) le riunioni di coordinamento fra Appaltatore e Direzione dei Lavori; nel corso degli incontri dovrà essere fornito rendiconto sullo stato di realizzazione del progetto, sull'andamento delle operazioni, su ritardi o anticipi sul Programma Lavori;
e) le spese per l'uso e la manutenzione di strade di servizio, di ponteggi, passerelle e scalette, di mezzi d'opera, di sollevamento e di quanto altro necessario anche per l'uso di ditte che eseguano per conto diretto della Direzione Lavori, l'esecuzione di modelli e campioni di lavorazione che il Direttore dei Lavori richiederà; i principali campioni sono prescritti nelle specifiche tecniche, si rammenta comunque che l'Appaltatore dovrà ottenere sempre l'approvazione delle forniture impiegate;
f) le spese per il deposito degli elaborati di progetto delle strutture e del certificato di collaudo presso l'Ente preposto e per la consegna e il ritiro dei certificati di prova presso Laboratori qualificati ai sensi di Legge;
g) le spese per l'esecuzione di tracciamenti e rilievi topografici dell'area, posa di capisaldi sia inizialmente che in corso d'opera, inclusi quelli necessari alle operazioni di consegna, verifica e contabilità dei lavori, comprese le spese per il personale e gli strumenti;
h) l'esecuzione di fotografie digitali, di formato minimo cm 13x18, delle opere in corso di costruzione al momento dello stato di avanzamento, o di filmati relativi a lavorazioni specialistiche complesse ed ai momenti salienti a giudizio del Direttore dei Lavori; in particolare dovranno essere fornite ad ogni stato di avanzamento le fotografie od i filmati necessari per documentare il lavoro eseguito;
i) gli oneri per prove geotecniche del terreno, come previste nel Capitolato Speciale d'Appalto o per ulteriori accertamenti eventualmente richiesti dal Direttore dei Lavori; sarà cura dell'Appaltatore eseguire tutte le prove ed indagini geotecniche ritenute necessarie al fine di ottemperare alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione di cui al D.M. 21 gennaio 1981 (Suppl. Ord. Gazz. Uff. n. 37 del 7 febbraio 1984).
j) la redazione di un giornale dei lavori nel quale devono essere annotate in ciascun giorno l'ordine, il modo e l'attività con cui progrediscono le lavorazioni, la specie ed il numero degli operai, l'attrezzatura tecnica impiegata, quant'altro interessi l'andamento tecnico ed economico dei lavori, inserendovi le osservazioni meteorologiche ed idrometriche, e le indicazioni sulla natura dei terreni.

k) la ricerca, protezione, spostamento, by-pass di tutti i sottoservizi, di tutte le tubazioni e manufatti (idrauliche e cavidotti) di collegamento dei vari comparti esistenti, all'interno ed all'esterno dell'area di cantiere, interferenti con i lavori in progetto.

Si evidenzia che:

- sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e le spese derivanti dall'interferenza con la viabilità perimetrale esistente. In ogni momento e fase dei lavori, le forse di polizia (esercito e carabinieri) ed il personale delle aziende ubicate all'interno del sito industriale dovranno sempre avere completa accessibilità alla strada sterrata che circonda il sito Sorin.

- sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e le spese derivanti dall'interferenza con la viabilità esistente atta a raggiungere il sito ENEA-EUREX. In ogni momento e fase dei lavori, dovrà essere raggiungibile il sito ENEA-EUREX, anche ai mezzi pesanti.

### 22.4 Oneri derivanti da obblighi e responsabilità dell'Appaltatore

Nei prezzi indicati nell'offerta economica si intendono compresi (e si intenderanno comunque compensati) tutti gli oneri derivanti da e per:

a) le spese necessarie alla costituzione della garanzia contrattuale e per la sua reintegrazione in caso di uso da parte della Stazione Appaltante, nonché le spese per fidejussioni prestate a qualunque titolo;
b) le spese di contratto, di rogito notarile, di stampa, di bollo, di registro, di copia inerenti agli atti che occorrono per la gestione dell'appalto, fino alla presa in consegna dell'opera, anche ai sensi dell'art. 8 del D.M.L.P. 145/2000;
c) le spese di passaggio ed il pagamento delle tasse per concessioni dei permessi comunali sia per la licenza di costruzione che per l'eventuale occupazione temporanea del suolo pubblico, nonchè per licenze temporanee di passi carrabili, il pagamento di ogni imposta presente e futura inerente la costruzione di tutte le opere, le sperse per occupazioni temporanee di suolo privato al di fuori delle aree di cantiere, le spese per risarcimento dei danni diretti e indiretti o conseguenti, le spese per la conservazione e la custodia delle opere fino alla presa in consegna da parte della Stazione Appaltante;
d) le spese per le provvidenze atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose durante l'esecuzione dei lavori;
e) l'esecuzione di tutte le opere e di tutti gli apprestamenti di sicurezza previsti dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento allegato al contratto di appalto, ivi comprese le eventuali variazioni introdotte per l'esecuzione dei lavori, per la redazione del Piano Operativo dell'Impresa Appaltatrice e il coordinamento con quello di tutte le altre imprese operanti nel cantiere, e quelle per l'approntamento di tutte le opere, i cartelli di segnalazione, le reti di protezione, i DPI (disposizioni di protezione individuale), la messa in sicurezza delle gru e comunque tutte le cautele necessarie a prevenire gli infortuni sul lavoro e a garantire la vita e l'incolumità del personale dipendente dall'appaltatore, di eventuali sub-appaltatori e fornitori e del relativo personale dipendente, e del personale di direzione, sorveglianza e collaudo, incaricato dalla Stazione appaltante, giusta le norme, che qui si intendono integralmente riportate, di cui al T.U.S. (D.Lgs. 81/2008), al DPR 1124/65, al DPR 524/82, e loro successive modificazioni ed integrazioni;
f) le sotto elencate competenze ed attività, legate alla Sicurezza e tutela del personale:
   - responsabilità del servizio di Prevenzione e Protezione;
   - rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza

- rappresentanti dei lavoratori per la Sicurezza per le imprese subappaltatrici, con il coordinamento a carico dell'Appaltatore;

g) le spese e la periodica visita medica e la prevenzione del personale: dalle malattie tipiche delle mansioni svolte o tipiche della località in cui si svolgono i lavori; responsabilità per le imprese subappaltatrici con il relativo onere di coordinamento;
h) l'approntamento del programma dei lavori e altri documenti contrattualmente previsti da sottoporre al Direttore dei Lavori;
i) le spese per l'approntamento delle tettoie, dei ponteggi, delle strutture e dei parapetti a protezione di percorsi aperti al pubblico siti nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere e la fornitura e la manutenzione dei cartelli stradali di avviso e dei fanali di segnalazione in base alle norme del Codice della Strada e del Regolamento di esecuzione;
j) la tempestiva redazione degli elaborati costruttivi di cantiere e/o officina, compilati nel rispetto del progetto esecutivo posto a base di gara; detti elaborati dovranno essere completi delle eventuali integrazioni che l'Appaltatore, anche a seguito della eventuale esecuzione di accertamenti integrativi a propria cura e spese, ha ritenuto necessarie, preventivamente approvate dalla Direzione Lavori. Sono altresì a carico dell'Appaltatore la tenuta in cantiere di due copie aggiornate di tavole, ricevute con il timbro "esecutivo" e la firma del Direttore dei Lavori: solo a tali elaborati l'Appaltatore potrà rifarsi per dar corso ai lavori, essendo sua cura annullarne, e conservarne a parte, le versioni superate. Qualora, a seguito delle verifiche progettuali condotte dall'Appaltatore o a seguito degli esiti delle prove condotte su materiali e/o componenti, o in conseguenza della necessaria adozione delle buone regole dell'arte risultassero necessari adeguamenti progettuali ed esecutivi atti a raggiungere i livelli di prestazioni attesi dall'opera e dalle sue componenti, l'Appaltatore provvederà a darne notizia alla Direzione dei Lavori e, ottenutane l'approvazione, ad apportare correlate varianti progettuali ed esecutive senza maggiori oneri per la Stazione appaltante né per indennizzi o rimborsi, né per ritardi o intralci nello sviluppo dei lavori;
k) gli oneri connessi alla redazione e all'inoltro di tutti gli elaborati necessari all'ottenimento delle autorizzazioni obbligatorie da parte di Enti diversi, e particolarmente tutte le licenze, permessi, nullaosta, approvazioni, ecc., comunque denominati, connessi con la realizzazione, di qualunque specie ed entità richiesti da leggi, norme, procedure in relazione all'esecuzione delle opere appaltate sia in corso d'opera che al termine dei lavori per ottenere la piena fruibilità delle opere realizzate. Infine, dovrà eseguire tutte le pratiche relative al rilascio di permessi, autorizzazioni, collaudi, ecc., comunque denominati, da parte dei competenti uffici, Istituti, Enti, Organismi o Autorità preposte (come, ISPESL, ASL, PREFETTURA, ENEL, AZIENDE SPECIALI, VVFF, ecc.), occorrenti per l'installazione degli impianti di cantiere e delle loro pertinenze e occorrenti per il rilascio dell'agibilità delle opere realizzate, avendo cura che ogni pratica risulti predisposta in tempo utile. Ove nel corso del contratto eventuali provvedimenti delle Pubbliche Autorità abbiano a ritardare o comunque ad impedire in tutto o in parte la realizzazione dell'opera, nessuna pretesa di indennizzo o risarcimento, sotto qualsiasi forma, potrà a tale titolo vantare l'Appaltatore verso la Stazione Appaltante, alvo il diritto ad una congrua proroga del termine fissato per l'ultimazione dei lavori. Ove, invece, tali provvedimenti abbiano causa, anche indirettamente, dal comportamento omissivo o commissivo dell'Appaltatore, questi sarà ritenuto inadempiente ad ogni effetto di legge e di Contratto. Restano esclusi solo gli oneri relativi ad aggiornamenti o modifiche richiesti dalle Autorità competenti che - sebbene giudicati da queste necessari per il conseguimento delle relative autorizzazioni, permessi e certificati - non possano tuttavia essere previsti dall'Appaltatore in sede di offerta, né attraverso la consultazione di norme, leggi, prescrizioni, né attraverso la preventiva consultazione degli organi di controllo preposti dalle suddette Autorità;

l) la recinzione del cantiere come previsto dal piano della sicurezza, inclusi i relativi cancelli di ingresso e nel rispetto di vincoli e regolamenti anche comunali e del comprensorio in cui è inserita l'opera al fine di facilitare al massimo l'isolamento del cantiere dall'esterno;

m) l'apposizione di uno o più cartelli informativi all'esterno del cantiere e la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, redatti con logotipi e grafica che saranno indicati dalla Stazione appaltante, comprensivi delle indicazioni usuali (previste dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. 1729/UL del 1 giugno 1990) secondo lo schema-tipo:
   - Stazione appaltante
   - Titolo generale dell'opera;
   - Immagini e/o grafici illustrativi dell'opera (quando tecnicamente possibile);
   - Titolo del lavoro in appalto;
   - Estremi della legge o del piano;
   - Impresa/e esecutrice/i (compresi gli estremi della qualificazione ai sensi del DPR 34/2000);
   - Importo complessivo dei lavori;
   - Data di consegna dei lavori;
   - Data contrattuale di ultimazione dei lavori;
   - Progettista;
   - Progettista opere in c.a.;
   - Assistente tecnico;
   - Direttore del cantiere;
   - Direttore dei lavori;
   - Coordinatore per la sicurezza in fase progettuale;
   - Coordinatore per la sicurezza in fase esecutiva;
   - Subappaltatore/i (compresi gli estremi della qualificazione per categorie ed importi ai sensi del DPR 207/10);
   - Spazio per aggiornamento dei dati o per comunicazioni al pubblico;

   In fondo alla tabella saranno riportati l'indirizzo dell'ufficio competente presso il quale sono reperibili ulteriori informazioni sull'opera con i dati aggiornati, e le comunicazioni al pubblico sull'andamento dei lavori con particolare riferimento alle sospensioni dei lavori e alle motivazioni che le hanno determinate;

n) gli oneri per lo smaltimento dei rifiuti di cui al D. Lgs. 152/06 e s.m.i. ed, in generale, le spese per l'uso delle discariche autorizzate di rifiuti, essendo a cura ed onere dell'Appaltatore lo smaltimento, nel rispetto delle vigenti norme, di tutti i rifiuti comunque generati in sito durante l'esecuzione dei lavori;

o) il piano di sicurezza per l'allontanamento di rifiuti pericolosi e tutti i connessi oneri;

p) la riparazione o il rifacimento delle opere relative ad eventuali danni diretti, indiretti e conseguenti che in dipendenza dell'esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche o private o alle persone, sollevando con ciò la Stazione Appaltante, il Direttore dei Lavori e il personale di sorveglianza da qualsiasi responsabilità;

q) le spese per canoni e diritti di brevetto di invenzione e di diritti d'autore, nel caso i dispositivi messi in opera o i disegni impiegati ne siano gravati, ai sensi della Legge 633/41 smi e del R.D. 1127/39;

r) le spese e gli oneri tutti per l'effettuazione di indagini, controlli, prove di carico, verifiche e certificazioni in corso d'opera e prestazionali che i Collaudatori riterranno necessari a loro insindacabile giudizio. Le certificazioni prestazionali, qualora richieste dai medesimi Collaudatori, dovranno essere prodotte da tecnici abilitati;

s) i piani di monitoraggio e le relative campagne di monitoraggio per il rilevamento della qualità dell'aria, del rischio amianto ove presente, del rumore e delle vibrazioni e tutti i connessi oneri;

t) gli oneri derivanti da difetti di costruzione di cui all'art. 18 del D.M.L.P. 145/2000; gli oneri per la valutazione del rumore dei propri macchinari ed attrezzature (D.Lgs. 277/91) e quelli conseguenti al rispetto delle vigenti normative in materia di inquinamento acustico;

u) gli oneri derivanti dalle misure da adottare per il contenimento delle polveri derivanti dalle lavorazioni richieste dall'appalto in misura tale da rispettare la vigente normativa e comunque da non arrecare disturbo alle proprietà confinanti ed ai terzi;

v) gli oneri derivanti dalla responsabilità della buona esecuzione e della manutenzione delle opere eseguite fino al collaudo finale. Tutte le opere eseguite o in corso di esecuzione dovranno essere mantenute in perfetto ordine e dovrà esserne curata la pulizia. Sono compresi in tali lavori anche quelli necessari alla conservazione delle opere di giardinaggio ed aree verdi, con riguardo alle innaffiature, al taglio dei prati, alla potatura delle piante ed alla loro sostituzione in caso di essiccazioni o grave deperimento. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi relativi a guardiania e sorveglianza, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri di copertura assicurativa, di manutenzione, di noli e di consumi fino alla consegna delle opere. Qualora le opere ultimate siano prese in consegna dal Committente prima del collaudo, l'onere della manutenzione ordinaria si intende sostituito da quello di semplice assistenza tecnica alla gestione degli impianti; resta fermo l'onere per l'Appaltatore di provvedere a tutti gli interventi di riparazione ovvero di manutenzione straordinaria degli stessi e delle opere tutte sino al collaudo, con riconoscimento per l'Appaltatore medesimo del rimborso delle sole spese sostenute a causa dell'eventuale carenza del Committente nell'utilizzazione degli impianti o delle opere tutte. Ogni responsabilità per sottrazioni e danni che comunque si verificassero (anche in periodi di sospensione dei lavori) prima della consegna delle opere ultimate, a materiali approvvigionati od in opera è a carico dell'Appaltatore, che è quindi obbligato, a proprie spese, alla sostituzione dei materiali sottratti o danneggiati ed a far eseguire le necessarie riparazioni;

w) gli oneri derivanti dall'uso anticipato delle opere che venisse richiesto dal Committente, anche prima del collaudo finale e ciò senza che l'Appaltatore possa per tale motivo richiedere o pretendere speciali compensi, indennizzi od altro e senza perciò che cessi, neppure parzialmente la sua responsabilità in ordine alla buona esecuzione, alla manutenzione ed alla riparazione in caso di guasti delle opere eseguite fino a collaudo finale definitivo; per dette riparazioni, qualora a giudizio del Direttore dei Lavori, siano imputabili a errato o improprio uso delle opere, fermo restando l'obbligo della riparazione da parte dell'Impresa, le spese relative saranno compensate. Verificandosi tale eventualità, saranno preventivamente accertate, con apposito verbale in contraddittorio, le effettive condizioni nelle quali si trovano le opere stesse e lo stato di funzionamento degli impianti tecnologici e di sicurezza. Prima della definitiva consegna delle opere eseguite e, comunque entro 1 (uno) mese dalla data di ultimazione dei lavori, l'Appaltatore è tenuto a far sgombrare i cantieri da ogni materiale, mezzo d'opera o impianto e dovrà provvedere ad una completa pulizia di tutti i locali, eseguita da una ditta specializzata, ed al ripristino di tutte le aree di cantiere.

   L'Appaltatore è tenuto inoltre a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e, successivamente, in maniera periodica secondo la richiesta della Direzione dei lavori, del Committente o del responsabile dei lavori:

   - l'iscrizione alla camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura;
   - l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti;
   - la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi, previdenziali e contrattuali (DURC).

   Non sarà dato inizio ad alcuna fase lavorativa in assenza della documentazione richiesta, del rispettivo piano operativo di sicurezza e dell'accettazione da parte del coordinatore delle relative procedure; non sarà accettato in cantiere personale di imprese o lavoratori autonomi privi della necessaria autorizzazione;

non sarà accettata in cantiere la presenza di macchine, e/o attrezzature non a norma o prive della necessaria documentazione.
Ferme le competenze del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, 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 associazione temporanea o di consorzio di Imprese detto obbligo incombe all'Impresa mandataria capogruppo.
Il Direttore Tecnico di Cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le Imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori ed è diretto referente del Coordinatore.
La mancata partecipazione alle riunioni di coordinamento programmate ed indette dal Coordinatore ai sensi del Piano di Sicurezza e Coordinamento, costituisce motivo di provvedimenti ai sensi dell'art. 92, lettera e) del T.U.S. (D.Lgs. 81/2008).

x) Tutte le opere e gli apprestamenti necessari per il consolidamento dei rilevati, comprese le iniezioni cementizie in pressione.
y) Tutte le spese e gli oneri per il sostegno delle pareti di scavo, compresi a titolo non esaustivo i blindaggi metallici, le palancole metalliche, i micropali, il jet-grouting, i pali in calcestruzzo a grande diametro, ecc.
z) Tutte le opere e gli apprestamenti necessari per il contenimento della falda, compresi jet-grouting perimetrale o per tappo di fondo dello scavo.
aa) Tutte le spese e gli oneri per l'aggottamento delle acque di falda per qualsiasi portata defluente nello scavo, mediante pompaggio con elettropompe da cantiere, idrovore, well-point ed ogni altra alternativa/dispositivo richiesto dalla Direzione Lavori

### 22.5 Oneri a carico dell'Impresa, relativi alla sicurezza in cantiere

*Oneri a carico dell'impresa Appaltatrice:*

1. I soggetti dell'Impresa Appaltatrice tenuti al rispetto della normativa in materia di sicurezza e regolarità nei cantieri edili si adopereranno affinché le condizioni di lavoro nei cantieri di rispettiva responsabilità siano tali da garantire pienamente la sicurezza ed i diritti dei lavoratori, come dettato dal Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 (recante il T.U. sulla sicurezza e salute nei luoghi di lavoro), che ha introdotto il nuovo sistema istituzionale in materia, di recente integrato dal Decreto legislativo 3 agosto 2009 n. 106, dalle altre norme di legge di riferimento, dal CCNL edilizia e dagli accordi integrativi territoriali.
2. I datori di lavoro devono impegnarsi a porre in essere ogni attività ed iniziativa di propria competenza volta a fare applicare quanto di seguito elencato all'impresa appaltatrice e alle imprese subappaltatrici:

   2.1 Obbligo da parte dei datori di lavoro di applicare e far applicare integralmente nei confronti di tutti i lavoratori dipendenti, impegnati nella realizzazione di opere edili ed affini (così come elencate nei C.C.N.L del settore edile) il trattamento economico e normativo previsto dal C.C.N.L, edilizia e affini di riferimento e dai relativi accordi integrativi territoriali vigenti, ivi compresa l'iscrizione dei lavoratori stessi ed il versamento delle relative contribuzioni alla Cassa Edile di zona, ferma restando la disciplina in materia di trasferta di cui all'ari. 21 del C.C.N.L. per le imprese edili ed affini.

   2.2 Applicazione del Decreto legislativo n. 72 del 25 febbraio 2000 avente ad oggetto la Attuazione della Direttiva Comunitaria n. 96/71/CE in materia di distacco in Italia di lavoratori extracomunitari. Obbligo di applicare ai lavoratori extracomunitari distaccati in Italia, nell'ambito di una prestazione di servizi ex art. 27 T.U. 286/98 (appalti), durante il periodo di distacco, le

medesime condizioni di lavoro previste da disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative, nonché dal C.C.N.L. di riferimento, applicabili ai lavoratori nazionali occupati nello stesso posto di lavoro, ivi compresa l'iscrizione alla Cassa Edile di zona.

2.3 Obbligo da parte dell'Appaltatore di effettuare le comunicazioni previste dall'art 14 del vigente C.C.N.L. edilizia e affini e dall'art. 4 dell'Accordo Integrativo Provinciale. Analogamente per le Aziende Artigiane si applica quanto previsto dall'art. 17 del C.C.N.L. edilizia artigiana.

2.4 Obbligo dell'appaltatore di rispondere in solido dell'osservanza di quanto previsto al punto 2.1 da parte di eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni nell'ambito dei lavori eseguiti, in relazione alle maestranze impiegate nello specifico cantiere ed agli eventuali importi evasi, in base all'art. 29 capo II, Decreto legislativo 276/03 e s.m.i. e al d. Lgs. 36/2023.

2.5 Obbligo per le stazioni appaltanti di subordinare il pagamento dello stato di avanzamento lavori e del saldo di fine lavori, in relazione alle maestranze impiegate nello specifico cantiere e all'eventuale importo evaso, alla verifica della regolarità contributiva, previdenziale ed assistenziale, ivi compreso il versamento alle Casse Edili, tramite il Documento Unico di Regolarità Contributiva. Per quanto di loro competenza, la corretta acquisizione e controllo del D.U.R.C. riguarda le Pubbliche Amministrazioni nei casi previsti dalla normativa vigente per i lavori pubblici ed anche per quelli privati.

2.6 Obbligo del datore di lavoro, ai sensi dell'art. 18 lett. u) del Decreto legislativo n. 81/08 e s.m.i. nell'ambito dello svolgimento di attività in regime di appalto e di subappalto, di munire i lavoratori di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. Tale obbligo grava anche sui lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e sono tenuti a provvedervi per proprio conto.

2.7 Al fine di una maggiore possibilità di verifica da parte degli organi di controllo in materia di sicurezza sul lavoro, i committenti od i responsabili dei lavori, ove incaricati ai sensi dell'art. 89 del Decreto legislativo 81/08, trasmetteranno la notifica preliminare, prevista dall'art. 99 dello stesso decreto, sia allo S.p.r.e.s.a.l., sia alla Direzione Provinciale del Lavoro, prima dell'inizio dei lavori.

2.8 Obbligo delle ditte esecutrici di fare effettuare ai lavoratori che accedono per la prima volta al settore edile sedici ore di formazione presso l'Ente scuola - Cipet, secondo quanto previsto dal C.C.N.L. 18.6.2008.

2.9 Le imprese che nell'ambito del cantiere svolgono attività non ricomprese nei contratti nazionali del settore edile, la cui prestazione non ricade, quindi, nella sfera di applicazione degli stessi, ma in quella di altri contratti di specifici settori di riferimento, sono tenute al rispetto degli obblighi in materi di correttezza retributiva e contributiva, di trasparenza, di sicurezza e di formazione previsti ai punti precedenti, compatibilmente con le previsioni dei rispettivi contratti di riferimento.

2.10 Deve essere dedicata particolare attenzione al contrasto di qualsiasi fenomeno di natura criminale che possa interessare i cantieri sotto il profilo della sicurezza e della regolarità dei lavoratori impiegati, con particolare riguardo ai lavoratori immigrati e alle problematiche connesse (somministrazione illecita di manodopera, utilizzo di lavoratori clandestini ed altre forme di illecito).

## 22.6 Oneri ed obblighi specifici a carico dell'Appaltatore

### 22.6.1 Spese di contratto, di registro ed accessorie

Sono a carico dell'Appaltatore le spese di contratto e tutti gli oneri connessi alla sua stipulazione compresi quelli tributari e le spese di rogito notarile.

### 22.6.2 Ricerca e spostamento sottoservizi

Le aree oggetto dei lavori sono interessate dalla presenza di interferenze quali acquedotti, fognature, elettrodotti, linee telefoniche, fibre ottiche, tubazioni del gas, oleodotti, ecc. Per essi, prima di dare l'avvio alle opere, l'Impresa prenderà accordi con gli Enti erogatori dei servizi al fine di individuare l'esatta posizione dei tracciati, anche se non segnalati sugli elaborati di progetto, fornire l'assistenza necessaria, in termini di manodopera e mezzi d'opera, al Personale preposto dall'Ente proprietario o gestore dell'infrastruttura per determinare il corretto posizionamento delle linee, eseguendo, se necessario, ricerche con sondaggi e con scavo anche manuale da effettuare prima di procedere con l'esecuzione delle opere, al fine di mettere in atto le opportune procedure di lavorazione e le misure di sicurezza.

L'Appaltatore è tenuto alla realizzazione delle opere interferenti con linee di sottoservizi esistenti in piena accettazione delle norme e modalità di esecuzione dei lavori pianificate o richieste dagli Enti o Società cui fa capo la responsabilità delle linee stesse.

E' responsabilità dell'Impresa esecutrice, acquisire le planimetrie dei tracciati di tutti i sottoservizi prima della realizzazione dei lavori (prima dell'apertura del cantiere) ed eseguire tutti i rilievi e sondaggi che risulteranno necessari definirne esattamente i tracciati e le quote di posa.

Per avere a disposizione le mappe aggiornate dei sottoservizi interferenti, l'Impresa è tenuta alla costante e continua verifica ed all'aggiornamento delle mappe dei sottoservizi che essa stessa ha acquisito presso gli Enti gestori.

Prima di dare inizio alle lavorazioni in cantiere, l'Impresa è tenuta a fornire copia delle mappe dei sottoservizi interferenti al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, quando questi ne faccia richiesta.

In nessun caso, e ad alcun titolo, l'Appaltatore potrà rivendicare oneri aggiuntivi derivanti dal rallentamento delle operazioni di cantiere dovuto alla presenza dei sottoservizi e delle relative interferenze.

Si intendono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri in termini di manodopera, attrezzature e mezzi d'opera necessari per fornire assistenza al Personale, ai Tecnici specializzati ed ai Responsabili territoriali che dovessero intervenire per controlli, verifiche, misurazioni, collaudi od, in generale, interventi specialistici sulle proprie linee.

Qualora risulti necessario un intervento diretto su una linea interferente, prevedendone lo spostamento, la creazione di un by-pass provvisorio od interventi similari, detto intervento potrà essere effettuato o direttamente dall'Ente erogatore, nel qual caso l'Impresa dovrà garantire senza la corresponsione di alcun onere la completa e totale assistenza, oltre al coordinamento di tutte le maestranze presenti in cantiere, oppure potrà essere eseguito dall'Impresa stessa per conto dell'Ente erogatore, previa stipula di regolare contratto fra Ente ed Impresa; sarà in ogni caso a carico e spese dell'Impresa l'adozione di ogni misura atta al mantenimento dell'integrità e funzionalità delle linee interferenti durante e dopo i lavori, in relazione alla vicinanza delle opere previste in appalto.

Si ribadisce che, avendo l'Appaltatore espressamente accettato il proprio ruolo di soggetto attivo e garante della completa attivazione dell'opera ed avendo egli rinunciato espressamente al ruolo di semplice esecutore "irresponsabile" del progetto o di ordini operativi della Direzione dei Lavori (Nudus Minister), la responsabilità per danni causati durante l'esecuzione dell'opera sarà imputata all'Appaltatore stesso, in quanto negli elaborati progettuali a lui consegnati sono contenute tutte le informazioni necessarie per organizzare in piena autonomia la corretta impostazione lavorativa di cantiere in presenza dei manufatti o delle linee di sottoservizi interferenti con le opere di progetto.

Ogni qualvolta l'Appaltatore, benché informato dal Committente di eventuali danni denunciati da terzi, proceda ulteriormente a sua discrezione nell'esecuzione delle opere, cagionando ed aggravando l'evento dannoso già lamentato, non potrà essere imputata alcuna responsabilità alla Stazione Appaltante (in accordo con la sentenza n. 13934, depositata il 28 giugno 2005 dalla Terza Sezione della Suprema Corte civile).

Ogni danno conseguente all'inosservanza di quanto sopra sarà a carico dell'Appaltatore.

### 22.6.3 Rinvenimento amianto

Nel caso in cui, nel corso dell'esecuzione delle operazioni di scavo o demolizione previste in progetto, dovessero venire alla luce manufatti, tubazioni od oggetti contenenti amianto (Actinolite (n. CAS 77536-66-4); Amosite (n. CAS 12172-73-5); Antofillite (n. CAS 77536-67-5); Crisotilo (n. CAS 12001-29-5); Crocidolite (n. CAS 12001-78-4); Tremolite (n.CAS 77536-68-6), ecc.), sarà necessario attenersi alle prescrizioni indicate nel D.Lgs. 277/91 "Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma della Legge 212/90".

L'Appaltatore (mediante l'intervento specialistico del proprio Geologo incaricato), dovrà assumersi ogni onere necessario per garantire la caratterizzazione continuativa dei materiali scavati.

Tutti gli oneri aggiuntivi necessari per la conduzione in sicurezza delle operazioni di cantiere sono compresi e compensati negli Oneri per la Sicurezza definiti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento, per cui l'Impresa appaltatrice si deve ritenere pienamente compensata, per ogni attività di monitoraggio, analisi e redazione di relazioni di tipo specialistico, in merito alla valutazione ed al monitoraggio in continuo del "rischio amianto".

Tutti gli oneri necessari per lo smaltimento del materiale contenente amianto (oneri di discarica compresi) sono a totale carico dell'impresa appaltatrice.

Fanno eccezione i ritrovamenti giudicati “Rinvenimenti eccezionali” dal RUP, per i quali si procederà secondo le indicazioni del RUP stesso.

### 22.6.4 Difficoltà di accesso ai siti e piste di cantiere

Anche ove non espressamente indicato in progetto, tutti gli oneri necessari per la realizzazione delle piste di cantiere sono a totale carico dell’impresa appaltatrice così come tutti gli oneri per raggiungere, trasportare materiali ed eseguire lavorazioni ed opere in località e siti di difficile accesso, anche ad alta quota (l’eventuale uso dell’elicottero per il trasporto dei materiali è a totale carico dell’impresa appaltatrice e deve essere preventivamente autorizzato dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione).

I mezzi di cantiere, dovranno essere di dimensioni e pesi, a pieno carico, tali da poter percorrere in sicurezza la viabilità del sito, anche se tali caratteristiche tecniche dovessero pregiudicare la produttività oraria delle macchine; sarà inoltre necessario utilizzare macchine per il movimento terra dotate di roll-bar e cabina antischiacciamento a norme ROPS ISO 3471, FOPS ISO 3449, avvisatore acustico e luminoso.

### 22.6.5 Distinta ferri e tabella ordinativo ferri

Tutti gli oneri per la redazione delle distinte e delle “tabelle ordinativo ferri” di tutte le opere in cemento armato previste in progetto o in eventuali varianti sono a totale carico dell’impresa appaltatrice.

L’Impresa appaltatrice è tenuta a fornire copia dei suddetti elaborati (nella versione “ordinativo ante-operam” e nella versione “come eseguito” a fine lavori) alla Direzione Lavori.

### 22.6.6 Oneri di trasporto a discarica e rinterro

Tutti gli oneri per lo smaltimento a discarica (carico, deposito in cantiere per asciugatura materiale, nuovo carico, trasporto, scarico, oneri di discarica, ecc.) dei volumi di terreno eccedente il rinterro, dei materiali derivanti da demolizioni, dei volumi di terreno derivanti dalla realizzazione delle opere, dei materiali contenenti rifiuti speciali, ecc. (**per qualsiasi codice CER**), sono a totale carico dell’impresa appaltatrice.
Il terreno derivante dagli scavi deve essere trasportato a discarica senza rilascio di acqua, né di polvere lungo le strade, quindi, adeguatamente annaffiato d’acqua solo nella parte superficiale del mezzo di trasporto.

Tutti gli oneri per il rinterro delle opere in progetto e delle opere esistenti sono a totale carico dell’Impresa Appaltatrice.

### 22.6.7 Danneggiamento pavimentazioni stradali

Tutti gli oneri per il rifacimento delle pavimentazioni stradali, eventualmente danneggiate dai mezzi d’opera dell’Impresa, sono a totale carico dell’impresa appaltatrice.

### 22.6.8 Collegamenti elettrici

Nei prezzi utilizzati per apparecchiature elettromeccaniche ed elettriche, anche ove non espressamente citati o evidenziati nelle tavole grafiche, sono compresi tutti i collegamenti elettrici ai quadri comando o alla linea

ENEL e tutti i dispositivi elettrici ed elettronici necessari per fornire il lavoro finito a regola d'arte e perfettamente funzionante.

E' inoltre compreso ed a carico dell'Impresa il progetto costruttivo dei quadri elettrici (compresi schemi unifilari), degli impianti elettrici e di messa a terra e la certificazione finale degli impianti, compresa la certificazione generale dell'eventuale interconnessione tra nuovi impianti ed impianti esistenti. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'Impresa.

22.6.9 Collegamenti idraulici

Nei prezzi utilizzati per apparecchiature elettromeccaniche, anche ove non espressamente citati o evidenziati nelle tavole grafiche, sono compresi tutti i collegamenti idraulici e tutte le linee di acqua industriale necessari per fornire il lavoro finito a regola d'arte e perfettamente funzionante.

E' inoltre compreso ed a carico dell'Impresa il progetto costruttivo degli impianti idraulici e del piping e l'eventuale interconnessione tra nuovi impianti ed impianti esistenti.

22.6.10 Spostamento e allacciamento pubblici servizi, oneri di concessione, oneri per locazione aree private

Gli oneri per: spostamento e allacciamento ai pubblici servizi, oneri di concessione, locazione aree private per installazione cantiere o deposito materiali o arre di manovra, sono a totale carico dell'Impresa Appaltatrice.

Fanno eccezione i sottoservizi giudicati "interferenza eccezionale" dal RUP, per i quali si procederà secondo le indicazioni del RUP stesso.

22.6.11 Elaborati, disegni e schemi costruttivi, indagini e sondaggi

Non meno di **40** (quaranta) giorni prima della data di inizio di ogni singola opera l'Assuntore dei lavori dovrà rimettere alla Direzione Lavori in duplice copia, tutti gli elaborati tecnici (ove non presenti in progetto) per la realizzazione delle opere civili (con i relativi calcoli statici) nonchè i disegni costruttivi dei macchinari, dei quadri e degli schemi elettrici.

Una copia di tali disegni sarà restituita all'Assuntore dei lavori munita del benestare e delle osservazioni della Direzione Lavori entro 20 (venti) giorni dalla data di ricevimento; tale benestare non solleva l'Assuntore dei lavori dalle proprie responsabilità.

Sarà cura dell'Assuntore dei lavori eseguire tutte le prove ed indagini geotecniche ritenute necessarie al fine di ottemperare alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione di cui al D.M. 21/1/1981 (Suppl. Ord. Gazz. Uff. n. 37 del 7/2/1984).

Sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutti i sondaggi esplorativi e le prove sui materiali previste dalla normativa vigente o richieste dalla Direzione Lavori.

Sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutti i sondaggi preliminari trasversali per l'identificazione del tracciato e della quota di posa dei sottoservizi.

22.6.12 oneri per realizzazione argini e rilevati

Tutti gli oneri per la realizzazione dei rilevati e degli argini, compresa la fornitura di materiale idoneo da cava (a qualsiasi distanza dal cantiere) in sostituzioni di quello non idoneo presente in loco o mancante come quantità complessive, sono a totale carico dell'impresa appaltatrice.

Le quote arginali di progetto (in particolare la quota di sommità) dovrà essere rispettata all'atto del collaudo, dopo il presumibile assestamento del rilevato. Ogni eventuale abbassamento del corpo arginale, nel periodo intercorrente tra l'esecuzione dei lavori ed il collaudo, dovrà essere ripristinato a cura dell'impresa Appaltatrice.

22.6.13 Interferenze con strade, autostrade e ferrovie – disposizioni per assicurare la viabilità

L'Appaltatore è tenuto alla realizzazione delle opere interferenti con strade, autostrade e ferrovie in piena accettazione delle norme e modalità di esecuzione dei lavori previste con i disciplinari di concessione rilasciati dagli Enti o Società cui fa capo la responsabilità della gestione della viabilità stessa, in conformità con i disposti contenuti nel Nuovo Codice della Strada e secondo la fasizzazione prevista dal progetto esecutivo e dal Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Eventuali soluzioni tecniche alternative dovranno essere oggetto di motivata ed articolata proposta tecnica scritta da parte dell'Impresa alla Direzione dei Lavori la quale, ricevuti in merito i giudizi positivi dell'Ente o Società cui fa capo la responsabilità dell'infrastruttura, del Coordinatore per la Sicurezza in fase esecutiva e della Stazione Appaltante, rilascerà formale approvazione all'esecuzione dei lavori.

In tal caso rimangono a totale carico dell'Impresa gli oneri derivanti dal rallentamento delle operazioni di cantiere dovute ai tempi tecnici di rilascio dell'adeguamento di nulla-osta ed autorizzazioni.

E' vietato all'Impresa di chiudere o limitare, per l'esecuzione dei lavori, il transito nelle vie e strade senza la preventiva autorizzazione scritta dell'Ente o della Società responsabile della viabilità sulla strade medesime.

La suddetta autorizzazione, che sarà concessa nei casi in cui si debba ricorrere a transito a senso alternato, dovrà indicare la durata della chiusura del transito nonché quelle modalità che per esse fossero necessarie.

In ogni altro caso dovrà l'Appaltatore provvedere a sua cura e spese affinché sia sempre possibile il transito dei pedoni e l'accesso alle proprietà private prospicienti ed attigue al cantiere di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori dovrà l'Appaltatore lasciare liberi i passaggi e procurarne dei nuovi a sue spese, con passerelle sicure e munite di barriere, dovrà provvedere a sue spese agli occorrenti ripari sia frontalmente che lateralmente agli scavi, collocandovi per la segnalazione dei lavori, un numero sufficiente di targhe regolamentari e di lanterne che staranno accese durante l'intera notte.

Le chiusure temporanee dei pozzi di servizio dovranno essere fatte robustamente, in modo da dare le più ampie garanzie di sicurezza ed in particolare, dovranno essere inapribili da estranei.

Analogamente dovrà provvedersi alla segnalazione e vigilanza dei chiusini aperti temporaneamente.

I segnali di preavviso dei lavori in corso dovranno essere, di regola, installati ai margini della strada, 100 metri prima dell'inizio della zona manomessa, saranno del tipo internazionale per segnale di pericolo generico.

I cavalletti di sbarramento della zona di suolo pubblico manomesso dovranno essere di due tipi:

tipo 1- altezza m 1,20; lunghezza m 1,50; coloritura a fasce inclinate bianche e rosse di cm 21 di larghezza con catarifrangenti.
tipo 2- altezza m 1,20; lunghezza m 3,00; coloritura a fasce inclinate bianche e rosse della larghezza di cm 21 con catarifrangenti.

Sono assolutamente esclusi i cavalletti colorati in maniera diversa da quella sopra indicata.

L'Appaltatore dovrà inoltre, disporre un servizio di guardia nelle ore notturne e nei giorni festivi per assicurarsi che i segnali siano mantenuti in posto e le lanterne rimangano accese durante la notte.

Le prescrizioni suesposte non dispensano l'Appaltatore dall'adottare quelle maggiori misure di sicurezza che siano richieste dalla particolare posizione e natura dei lavori e non implichino responsabilità alcuna per la Direzione dei Lavori, né per l'Amministrazione, restando invece sempre l'Appaltatore stesso responsabile verso i terzi dei danni eventualmente derivanti da segnalazioni deficienti per qualsiasi motivo.

Per quanto riguarda l'esecuzione del riempimento delle trincee scavate su sede stradale, l'operazione dovrà avvenire esclusivamente secondo le modalità previste dal Disciplinare di concessione ed adottata nella stesura del progetto esecutivo.

L'Appaltatore dovrà utilizzare, per il riempimento, esclusivamente il materiale previsto dagli elaborati progettuali; a riempimento eseguito e prima della formazione degli asfalti, dovranno essere eseguite le prescritte prove di piastra per la verifica del grado di compattazione del rinterro.

Si intendono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri in termini di manodopera, attrezzature e mezzi d'opera necessari per fornire assistenza al Personale, ai Tecnici specializzati ed ai Responsabili territoriali che dovessero intervenire per controlli, verifiche, misurazioni, collaudi od, in generale, interventi specialistici.

Tutti gli oneri ed obblighi sopra specificati devono ritenersi compensati con il prezzo offerto e, per il fatto stesso di aver presentato la propria offerta, l'Impresa dichiara espressamente e a tutti gli effetti di riconoscere ed accettare che di tutti gli oneri ed obblighi sopra specificati si è tenuto conto nello stabilire i prezzi offerti, indipendentemente dalle quantità cui essi andranno applicati.

### 22.6.14 Rilievo e restituzione grafica delle opere

E' a carico dell'Impresa appaltatrice, l'approntamento, prima del collaudo provvisorio, degli elaborati finali "C*ome costruito"*.

Terminata ogni opera distinta o parte di essa, nel termine perentorio di 10 gg. naturali e consecutivi, tutti i disegni di progetto relativi all'opera eseguita, dovranno essere, a cura ed onere dell'Appaltatore, rielaborati e restituiti su formato AUTOCAD DWG 2000 o successiva, riportando in tali elaborati tutte le opere come eseguite. Il rilievo delle opere eseguite dovrà essere eseguito con stazione totale o GPS.

La presentazione di tali atti (n. 2 copie cartacee e n. 1 copia su supporto informatico) e sopracitati documenti è considerata indispensabile per l'emissione del relativo stato di avanzamento dei lavori e pertanto gli atti succitati dovranno essere consegnati dall'Appaltatore alla Direzione Lavori contestualmente alla richiesta del SAL.

Terminate tutte le opere in appalto, tutti i disegni di progetto dovranno essere, a cura ed onere dell'Appaltatore, rielaborati e restituiti su formato AUTOCAD 2000 o successiva, riportando in tali elaborati tutte le opere come eseguite. Il rilievo delle opere eseguite dovrà essere eseguito con stazione totale o GPS.

La presentazione di tali atti (n. 2 copie cartacee e n. 2 copie su supporto informatico) e sopracitati documenti è considerata indispensabile per l'emissione del SAL finale e per le operazioni di collaudo, pertanto gli atti succitati dovranno essere consegnati dall'Appaltatore alla Direzione Lavori nel termine perentorio di 10 gg. naturali e consecutivi dalla data della firma del certificato di ultimazione dei lavori.

I suddetti oneri sono a totale carico dell'Impresa Appaltatrice. Ogni ritardo nella consegna dei suddetti elaborati comporterà inevitabilmente una protrazione della redazione dei documenti contabili imputabile all'Impresa Appaltatrice.

*Dovrà inoltre essere fornita approfondita documentazione fotografica (su supporto informatico in formato jpeg) delle opere eseguite (almeno una fotografia significativa per ogni giorno di lavoro e per ogni sito/manufatto).*

22.6.15 Oneri relativi ai piani di evacuazione ed alle procedure di emergenza delle aziende operanti nel sito Sorin.

Sono a carico dell'Impresa appaltatrice tutti gli oneri derivanti dall'interferenza tra il cantiere ed i piani di evacuazione e le procedure di emergenza delle aziende operanti nel sito Sorin.

### 22.7 oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore responsabilità dell'appaltatore derivanti dal capitolato generale e dal d. lgs. 36/2023

Sono a carico dell'appaltatore, gli oneri e gli obblighi di cui al d.m. 145/2000 Capitolato Generale d'Appalto, alla vigente normativa e al presente Capitolato Speciale d'Appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, agli obblighi in materia ambientale, sociale e del lavoro stabiliti dalla normativa europea e nazionale, dai contratti collettivi o dalle disposizioni internazionali elencate nell'allegato X alla direttiva 2014/24/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 26 febbraio 2014; in particolare anche gli oneri di seguito elencati:

- la nomina, prima dell'inizio dei lavori, del Direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato ed iscritto all'albo professionale e dovrà fornire alla Direzione dei Lavori apposita dichiarazione di accettazione dell'incarico del Direttore tecnico di cantiere;
- i movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni ed avanzati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite;
- la recinzione del cantiere con solido steccato in materiale idoneo, secondo le prescrizioni del Piano di Sicurezza ovvero della Direzione dei Lavori, nonché la pulizia e la manutenzione del cantiere,

l'inghiaiamento ove possibile e la sistemazione dei suoi percorsi in modo da renderne sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone;

- la sorveglianza sia di giorno che di notte del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutti i beni di proprietà della stazione appaltante e delle piantagioni consegnate all'Appaltatore. Per la custodia di cantieri allestiti per la realizzazione di opere pubbliche, l'appaltatore dovrà servirsi di personale addetto con la qualifica di guardia giurata;
- la costruzione, entro la recinzione del cantiere e nei luoghi che saranno designati dalla Direzione dei Lavori, di locali ad uso ufficio del personale, della Direzione ed assistenza, sufficientemente arredati, illuminati e riscaldati, compresa la relativa manutenzione. Tali locali dovranno essere dotati di adeguati servizi igienici con relativi impianti di scarico funzionanti;
- la fornitura e manutenzione di cartelli di avviso, di fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e di quanto altro venisse particolarmente indicato dalla Direzione dei Lavori o dal Coordinatore in fase di esecuzione, allo scopo di migliorare la sicurezza del cantiere;
- il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latistanti le opere da eseguire;
- la fornitura di acqua potabile per il cantiere;
- l'osservanza delle norme, leggi e decreti vigenti, relative alle varie assicurazioni degli operai per previdenza, prevenzione infortuni e assistenza sanitaria che potranno intervenire in corso di appalto;
- la comunicazione all'Ufficio da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della manodopera;
- l'osservanza delle norme contenute nelle vigenti disposizioni sulla polizia mineraria di cui al d.P.R. 128/59 e s.m.i.;
- le spese per la realizzazione di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero indicato dalla Direzione dei Lavori;
- l'assicurazione che copra i danni subiti dalle stazioni appaltanti a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti ed opere, anche preesistenti;
- il pagamento delle tasse e di altri oneri per concessioni comunali (titoli abilitativi per la costruzione, l'occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente i materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per gli allacciamenti e gli scarichi;
- la pulizia quotidiana dei locali in costruzione e delle vie di transito del cantiere, col personale necessario, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati daaltre ditte;
- il libero accesso ed il transito nel cantiere e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette ed a qualunque altra impresa alla quale siano stati affidati lavori per conto diretto della stazione appaltante;
- l'uso gratuito parziale o totale, a richiesta della Direzione dei Lavori, da parte di dette imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, ed apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente all'esecuzione dei lavori;
- il ricevimento, lo scarico ed il trasporto in cantiere e nei luoghi di deposito o a piè d'opera, a sua cura e spese, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto della stazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati a tali materiali e manufatti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'appaltatore;
- la predisposizione, prima dell'inizio dei lavori, del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori di cui all'art. 119 c. 11 del d.lgs. 36/2023;

- l'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nel d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. e di tutte le norme in vigore in materia di sicurezza;
- il consenso all'uso anticipato delle opere qualora venisse richiesto dalla Direzione dei Lavori, senza che l'appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Egli potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potrebbero derivarne dall'uso;
- la fornitura e posa in opera nel cantiere, a sua cura e spese, delle apposite tabelle indicative dei lavori, anche ai sensi di quanto previsto dall'art. 119 c. 13 del d.lgs. 36/2023;
- la trasmissione alla stazione appaltante, a sua cura e spese, degli eventuali contratti di subappalto che dovesse stipulare, almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni, ai sensi dell'art. 119 c. 5 del d.lgs. 36/2023. La disposizione si applica anche ai noli a caldo ed ai contratti similari;
- la disciplina e il buon ordine dei cantieri. L'appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'appaltatore. In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere; la delega deve indicare specificamente le attribuzioni da esercitare dal direttore anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere. La Direzione dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'amministrazione committente per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

Il corrispettivo per tutti gli obblighi ed oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e nell'eventuale compenso di cui all'articolo "Ammontare dell'Appalto" del presente Capitolato. Detto eventuale compenso è fisso ed invariabile, essendo soggetto soltanto alla riduzione relativa all'offerto ribasso contrattuale.

L'appaltatore si obbliga a garantire il trattamento dei dati acquisiti in merito alle opere appaltate, in conformità a quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 "REGOLAMENTO GENERALE SULLA PROTEZIONE DEI DATI" e dal d.lgs. 30 giugno 2003, n. 196 "Codice in materia di protezione dei dati personali" e s.m.i.

## 22.8 Protocollo di gestione degli inerti

L'Impresa appaltatrice è tenuta a presentare il *Piano di Utilizzo* degli inerti e l'eventuale piano di gestione dei rifiuti, indicando i siti di stoccaggio temporaneo e le destinazioni finali, e sottoporlo alla verifica del Committente.

Resta a carico dell'Impresa Appaltatrice lo smaltimento dei materiali di risulta delle demolizioni e del terreno di risulta degli scavi, per qualsiasi classe di codice CER 17.05.xx e 17.03.xx (da destinarsi a discarica di inerti, discarica di rifiuti non pericolosi e/o discarica di rifiuti pericolosi).
Tutti gli oneri di discarica sono a carico dell'impresa.

In relazione alle possibili destinazioni di riutilizzo ai sensi del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120, con riferimento all'eventuale superamento dei valori limite di concentrazione soglia di contaminazione (CSC):

- alla Colonna A della Tabella 1 dell'Allegato V al Titolo V della Parte IV del d.lgs. 152/06, ossia i limiti per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, se provenienti da aree residenziali o a verde pubblico o privato;
- alla Colonna B se provenienti da aree commerciali, artigianali e industriali e destinati ad aree con la medesima destinazione d'uso;
- alla Tabella LAB della legge regionale 7 aprile 2000 n. 42 per le aree agricole o assimilabili (campi, pascoli, boschi),

l'Impresa si farà carico di provvedere a tutte le necessarie Autorizzazioni.
I costi di trasporto, indennizzi e stoccaggio sono totalmente a carico dell'impresa.
Il riutilizzo è soggetto alla preventiva approvazione del RUP.

Il tema delle terre e rocce da scavo e, in particolare, la possibilità di gestire questi materiali come sottoprodotti e non come rifiuti, è stato oggetto nell'ultimo decennio di numerosi interventi normativi (dalle "legge Lunardi" alle diverse versioni dell'art. 186 del d.lgs. 152/06 e s.m.i.), fino ad arrivare nel 2012 alla pubblicazione di un apposito regolamento con il D.M. 161/2012.

Neanche questo regolamento però riusciva a coprire tutte le casistiche, in quanto non era chiara la sua applicabilità ai piccoli cantieri (< 6.000 mc), per i quali il comma 7 dell'art. 266 del d.lgs. 152/06 e s.m.i. prevedeva una specifica normativa semplificata.

Nel 2013 perciò il legislatore tornava sulla materia, prima attraverso la pubblicazione del decreto legge 21 giugno 2013, n° 69 e, pochi giorni dopo, con la conversione del decreto legge n° 43/2013, con modifiche, nella legge n° 71/2013. Infine, con la pubblicazione (S.O. n° 63 della G.U. n° 194 del 20 agosto 2013) della legge n° 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto legge 21 giugno 2013, n° 69, recante "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (cd "decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013, la normativa in materia cambiava nuovamente, in quanto l'art. 41bis, abrogando l'art. 8bis del decreto legge n° 43/2013 convertito, con modifiche, nella legge n° 71/2013 (che aveva, per alcune casistiche, risuscitato il già abrogato art. 186 del d.lgs. 152/06), definiva delle nuove modalità operative, rimaste in vigore fino ad agosto 2017.

Ora, in attuazione di quanto previsto dall'art. 8 della legge 164/2014, di conversione con modifiche del decreto legge 133/2014 cd Sblocca Italia, è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 183 del 07-08-2017 il D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120, con entrata in vigore il 22 agosto 2017. Tale Decreto sostituisce e riunisce in un'unica normativa tutta la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti.

Il D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120, pur introducendo alcune novità, mantiene sostanzialmente l'impostazione della normativa precedente, distinguendo due diverse casistiche:

- applicazione (come previsto dal Capo II della norma, dall'art. 8 all'art. 19) di una procedura simile a quella prevista dal Regolamento di cui al DM 161/2012 per i materiali da scavo derivanti da opere sottoposte a VIA o ad AIA con produzione maggiore di 6.000 m3, anche se il Piano di Utilizzo non richiede più una autorizzazione esplicita;

- applicazione di una procedura semplificata, simile a quella dell'ex art. 41bis, per tutti i cantieri inferiori a 6.000 $m^3$ (compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA) e per i siti di grandi dimensioni non sottoposti a VIA o AIA.

La nuova norma prevede che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 del D.P.R. che consentono di considerare i materiali da scavo come sottoprodotti e non rifiuti mediante una "autocertificazione" (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'Arpa territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'autorità competente nel caso di "cantieri di grandi dimensioni") utilizzando il modello di cui all'Allegato 6 del D.P.R.

Le attività di scavo, così come quelle di riutilizzo, devono essere autorizzate dagli enti competenti in quanto attività edilizie e quindi il processo di autocertificazione dovrà comunque essere coordinato con l'iter edilizio. Il produttore deve inoltre confermare l'avvenuto utilizzo inviando una specifica Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (D.A.U.) all'autorità competente, all'Arpa competente per il sito di destinazione, al Comune del sito di produzione e al Comune del sito di destinazione, utilizzando il modello di cui all'Allegato 8 del D.P.R.

Il trasporto al di fuori del sito di produzione deve essere accompagnato da apposita documentazione secondo il modello di cui all'Allegato 7 del D.P.R.

Arpa Piemonte ha predisposto la modulistica tipo, derivata dai citati allegati del D.P.R.

Le dichiarazioni vanno inviate al Dipartimento provinciale Arpa territorialmente competente rispetto al sito di produzione (dichiarazione iniziale) o utilizzo (D.A.U.) dei materiali di scavo.

## Art. 23. RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore dei lavori è l'unico responsabile nell'esecuzione delle opere appaltate in conformità alle buone regole della tecnica e nel rispetto di tutte le norme di legge vigenti all'epoca della loro realizzazione; la presenza sul luogo del Direttore dei Lavori o del personale di sorveglianza, le disposizioni da loro impartite, l'approvazione dei tipi e qualunque intervento del genere si intendono esclusivamente connessi con la miglior tutela della Amministrazione e non diminuiscono la responsabilità dell'Appaltatore, che sussiste in modo pieno ed esclusivo dalla consegna dei lavori al collaudo, fatto salvo il maggiore termine di cui agli articoli 1667 e 1669 del Codice Civile.

In particolare, compete esclusivamente all'Appaltatore ogni responsabilità per quanto riguarda:

- le modalità ed i sistemi di organizzazione e conduzione dei lavori e di direzione del cantiere;
- le opere provvisionali, le armature, i disarmi, gli scavi, i rinterri, le demolizioni, le previdenze antinfortunistiche, ed ogni altro provvedimento per salvaguardare l'incolumità sia del personale che dei terzi e la sicurezza del traffico veicolare e pedonale, nonché per evitare ogni e qualsiasi danno ai servizi pubblici di soprasuolo e sottosuolo ed ai beni pubblici e privati.

L'appaltatore è obbligato all'approntamento di tutte le opere, segnalazioni e cautele necessarie a prevenire gli infortuni sul lavoro e a garantire la vita, l'incolumità e la personalità morale, a norma dell'art. 2087 del Codice Civile, del proprio personale dipendente, di eventuali subappaltatori e fornitori e del relativo personale dipendente, e del personale di direzione, sorveglianza e collaudo incaricato dalla Stazione appaltante, giusta

le norme, che qui si intendono integralmente riportate, di cui al T.U.S. (D.Lgs. 81/2008), al DPR 1124/65, al DPR 524/82 e alle successive modificazioni e integrazioni, anche se emanate in corso d'opera.

Ogni e più ampia responsabilità, sia di carattere civile sia penale in caso di infortuni e danni, ricadrà pertanto sull'Assuntore dei lavori, restando l'Amministrazione, i Coordinatori per la sicurezza, nonché il personale preposto alla Direzione dei Lavori, sollevati ed indenni da qualsiasi domanda di risarcimento o azione legale.

L'appaltatore provvederà ad affiggere nel cantiere, in luogo accessibile a tutti i lavoratori, le norme di disciplina cui intende sottoporre i lavoratori stessi; copia di tali norme deve essere consegnata al Direttore dei Lavori.

Salvi gli adempimenti di cui al T.U.S. (D.Lgs. 81/2008) e s.m.i., l'appaltatore può nominare il Responsabile del Servizio di prevenzione per l'attuazione di tutti i provvedimenti in materia.

Ai sensi del T.U.S. (D.Lgs. 81/2008), ove vi sia anche solo movimentazione manuale di carichi pesanti, l'appaltatore provvederà anche alla nomina del Medico competente. L'appaltatore provvederà, infine, alla designazione dei lavoratori incaricati dell'attuazione delle misure di prevenzione incendi e lotta antincendio, di evacuazione dei lavoratori in caso di pericolo grave e immediato, di salvataggio, di pronto soccorso e di gestione dell'emergenza.

L'appaltatore è tenuto comunque al rispetto di ogni altro onere o incombenza conseguente alla stipulazione del contratto di appalto di lavori pubblici e derivante dalle normative vigenti in materia.

## Art. 24. CONDIZIONI AMBIENTALI

Con la firma del Contratto, l'Appaltatore riconosce di essersi reso pienamente edotto e di avere tenuto debito conto di tutte le condizioni ambientali e delle circostanze ed alee ad esse connesse che possono avere influenza sulla esecuzione del Contratto e sulla determinazione dei prezzi.

L'Appaltatore dichiara quindi di avere preso esatta conoscenza dei luoghi dove devono essere installati i cantieri ed eseguiti i lavori nonché, tra l'altro, delle condizioni sanitarie della zona, delle condizioni meteorologiche, del regime delle acque, della presenza della falda e delle escursioni stagionali, delle possibilità di approvvigionamento idrico e dei materiali, delle vie di accesso, della possibilità di transito, della distanza dei cantieri di lavoro dai centri abitati, della disponibilità dei mezzi di trasporto, della disponibilità e del costo effettivo della mano d'opera indipendentemente dalle tariffe ufficiali, e della ubicazione e condizione dei luoghi idonei per eventuali cave e discariche autorizzate e di avere inoltre considerato i vincoli a lui derivanti dallo svolgimento contemporaneo degli altri lavori che si eseguono per conto dell'Ente Appaltante.

## Art. 25. DOMICILIO DELL'APPALTATORE

Nel contratto, l'Appaltatore deve eleggere domicilio ai sensi e per gli effetti dell'art. 2 del D.M.L.P. 145/2000, nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione dei lavori; ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali, o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di appalto sono fatte dal direttore dei lavori o dal responsabile unico del procedimento, ciascuno

relativamente agli atti di propria competenza, a mani proprie dell'appaltatore o di colui che lo rappresenta nella condotta dei lavori oppure devono essere effettuate presso il domicilio eletto.

## Art. 26. CONDOTTA DEI LAVORI - DIRETTORE TECNICO DEL CANTIERE

Ai sensi dell'art. 4 del D.M.L.P. 145/2000, l'Appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti di idoneità tecnici e morali, per l'esercizio delle attività necessarie per l'esecuzione del contratto.

L'Appaltatore è responsabile dell'operato del proprio rappresentante.

Il suddetto mandato deve essere conferito per atto pubblico e depositato presso la Stazione Appaltante, che ne darà comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Per tutta la durata dell'appalto, l'Appaltatore o il suo rappresentante devono garantire la presenza nel luogo in cui si eseguono i lavori.

In presenza di gravi e giustificati motivi la Stazione Appaltante, previa motivata comunicazione, ha diritto di esigere dall'Appaltatore la sostituzione immediata del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'Appaltatore od al suo rappresentante.

Fatti salvi gli obblighi e le responsabilità del Direttore Tecnico dell'Impresa appaltatrice, **l'Appaltatore è tenuto ad affidare la Direzione Tecnica del cantiere ad un ingegnere regolarmente iscritto all'albo professionale di categoria**, avente competenza professionale estesa ai lavori da dirigere, il quale rilascerà dichiarazione scritta di accettazione dell'incarico, anche in merito alle responsabilità per infortuni, essendo responsabile del rispetto della piena applicazione del piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori da parte di tutte le imprese impegnate nella esecuzione dei lavori .

La nomina del Direttore Tecnico e dell'eventuale Assistente responsabile dovrà essere comunicata per iscritto alla Direzione dei Lavori e alla Amministrazione Appaltante entro 30 giorni dalla esecutorietà del contratto e comunque prima che abbia luogo la consegna dei lavori.

Ai sensi dell'art. 6 del D.M.L.P. 145/2000, il Direttore Tecnico di cantiere può coincidere con il rappresentante delegato di cui si è detto in precedenza.

Nel caso in cui l'Appalto sia affidato ad un raggruppamento temporaneo di Imprese o ad un consorzio, l'incarico della Direzione Tecnica del cantiere deve essere attribuito mediante delega conferita da tutte le Imprese operanti in cantiere.

Tale delega deve indicare specificamente le attribuzioni del direttore anche in relazione a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere medesimo.

Il Direttore Tecnico di Cantiere dovrà essere indicato nella dichiarazione d'inizio lavori e nell'apposito **cartello** da esporsi all'ingresso del cantiere, ed esso sarà responsabile dell'osservanza delle norme antinfortunistiche previste dal T.U.S. (D.Lgs. 81/2008) e dai DPR 320/56 e 321/56, dalla Legge 1369/61, dal DPR 1192/61, dal D.M. del 2 settembre 1968, dal DPR 524/82, dal D.M. 28 maggio 1985, dai D.M. del 28 novembre 1987 nn.

588, 592, 593 e 594 e successive variazioni ed integrazioni.

Il Direttore Tecnico di Cantiere dovrà risultare costantemente reperibile negli orari di lavoro; su esso incombe il compito di curare il rispetto delle norme di sicurezza contro gli infortuni degli operai e dei terzi e le relative responsabilità, civili ed anche penali.

Previa motivata comunicazione all'Appaltatore, la Direzione dei Lavori ha il diritto di chiedere la sostituzione del Direttore di Cantiere per indisciplina, incapacità o grave negligenza.

L'appaltatore ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la Circolare Min. LL.PP. 1 giugno 1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a m. 1,00 (larghezza) per m. 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati la stazione appaltante, l'oggetto dei lavori, i nominativi dell'Impresa, del Progettista, della Direzione dei Lavori e dell'assistente ai lavori; in detti cartelli, ai sensi dall'art. 119 c. 13 del d.lgs. 36/2023, sono indicati, altresì, i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici nonché tutti i dati richiesti dalle vigenti normative nazionali e locali.

Per ogni sito secondario dovrà essere affisso un cartello di dimensioni minime 1,5 x0,75 m.

## Art. 27. DIREZIONE DEI LAVORI E RESPONSABILITÀ DI CANTIERE

La Direzione dei Lavori è impersonata dal professionista nominato dal Committente, come organo attraverso il quale si svolgono i rapporti fra l'Appaltatore e la Stazione Appaltante, e ad essa competono le disposizioni per lo svolgimento dell'ordine dei lavori e per l'interpretazione esecutiva delle norme contrattuali e degli elaborati grafici, al Direttore dei Lavori nominato dall'Ente Appaltante competono tutti i poteri al medesimo attribuiti dalle vigenti disposizioni di Legge.

La Direzione dei Lavori è responsabile quindi penalmente e civilmente per quanto riguarda la corrispondenza delle opere alla concessione edilizia ed alle eventuali varianti autorizzate dall'Amministrazione in corso d'opera.

Resta inteso che è in facoltà del Direttore dei Lavori richiedere in corso d'opera, anche presso eventuali fornitori, ogni verifica e prova al fine di accertare l'idoneità e la rispondenza dei materiali alle previsioni del Capitolato, nonché ogni esame di laboratorio, saggio, prova o collaudo ritenuto necessario per accertare la rispondenza delle opere alle prescrizioni di capitolato, di progetto e di Legge ed alle buone regole dell'arte; tutte le conseguenti spese ed ogni opera per assistenza, manodopera, materiale, ripristini e quanto altro richiesto dal Direttore dei Lavori sarà a carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore è tenuto ad uniformarsi alle disposizioni che saranno impartite senza poter sospendere o ritardare comunque il regolare progresso delle prestazioni.

La sorveglianza della Direzione dei Lavori non esonera l'Appaltatore della responsabilità per la perfetta esecuzione delle opere, per la scrupolosa osservanza delle buone regole dell'arte e dell'ottima qualità dei materiali impiegati.

L'Appaltatore riconosce contrattualmente al Direttore dei Lavori l'interpretazione finale dei documenti di appalto e di contratto, obbligandosi ad uniformarsi in ogni caso al conseguente ordine di servizio del Direttore

dei Lavori senza interrompere il lavoro fatta salva comunque la possibilità di far valere le sue ragioni, con formale riserva.

La Direzione di Cantiere rimane responsabile unica sia civilmente che penalmente dell'esecuzione e direzione delle opere, dell'organizzazione del cantiere e delle maestranze e dell'applicazione delle norme antinfortunistiche, anche in attuazione dell'art. 2087 del Codice Civile, se delegato dal titolare dell'Impresa appaltatrice.

## Art. 28. DISCIPLINA E BUON ORDINE DEL CANTIERE

L'Appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine del cantiere ed ha l'obbligo di osservare e di fare osservare ai propri dipendenti ed agli operai le norme di legge, i regolamenti nonché le prescrizioni e gli ordini ricevuti, seguendo un Piano di Qualità.

La Direzione dei Lavori ha il diritto di ordinare l'allontanamento e la sostituzione dei dipendenti e degli operai a causa della loro imperizia, incapacità o negligenza.

L'Appaltatore è comunque responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti e risponde nei confronti della Stazione Appaltante per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali.

## Art. 29. ACCESSO AL CANTIERE E DISPONIBILITÀ DELLE AREE PER L'INTERVENTO DA PARTE DI ALTRI SOGGETTI AUTORIZZATI DALL'UFFICIO DI DIREZIONE LAVORI

L'Appaltatore dovrà garantire l'accessibilità a tutte le aree di cantiere, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, per permettere a soggetti terzi eventuali attività e lavorazioni specifiche che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno fare eseguire.

L'area di cantiere e l'impianto, nelle parti che la Direzione dei Lavori e/o la Stazione Appaltante riterrà opportune, dovranno essere resi disponibili e poste in assoluta sicurezza, per potere svolgere qualsiasi evento temporaneo che la Stazione Appaltante e la Direzione dei Lavori ritenessero necessari.

L'Appaltatore dovrà inoltre permettere l'accessibilità e l'impianto di cantiere all'esecutore di altri interventi di lavoro, nel rispetto delle indicazione che la Direzione dei Lavori ed il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, impartiranno qualora ciò si rendesse necessario al fine del rispetto del programma di messa a disposizione per l'uso dell'intera opera.

Per l'attuazione di detti interventi potrà essere necessario garantire la disponibilità di parte delle aree di cantiere, pertanto l'Appaltatore sarà tenuto a modificare, previo ordine scritto della Direzione dei Lavori, la recinzione di cantiere, l'impianto dei baraccamenti e tutto quanto necessario per dare attuazione in sicurezza alle nuove opere da eseguire, senza per questo dare adito a richieste di maggiori oneri a carico della Stazione Appaltante.

Un numero adeguato di DPI sopra richiamati dovranno essere a disposizione per il personale esterno (Direzione Lavori) e in visita.

## Art. 30. DIFETTI DI COSTRUZIONE

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore dei Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.

Se l'Appaltatore contesta l'ordine del Direttore dei Lavori, la decisione è rimessa al Responsabile del Procedimento; qualora l'Appaltatore non ottemperi all'ordine ricevuto, si procede di ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto.

Qualora il Direttore dei Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore.

Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

## Art. 31. DANNI

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le misure, comprese le opere provvisionali, e tutti gli adempimenti per evitare il verificarsi di danni alle opere, all'ambiente, alle persone e alle cose nella esecuzione dell'appalto.

L'onere per il ripristino di opere o il risarcimento di danni ai luoghi, a cose o a terzi determinati da mancata, tardiva o inadeguata assunzione dei necessari provvedimenti sono a totale carico dell'Appaltatore, indipendentemente dall'esistenza di adeguata copertura assicurativa ai sensi del titolo III del DPR 207/10.

## Art. 32. TRATTAMENTO RETRIBUTIVO E TUTELA DEI LAVORATORI

L'Appaltatore è obbligato ad attuare, nei confronti dei lavoratori dipendenti e, se cooperative, anche nei confronti dei soci, condizioni normative e retributive non inferiori a quelle risultanti dai contratti collettivi di lavoro applicabili, alla data dell'offerta, alla categoria e nelle località in cui si svolgono i lavori, nonché le condizioni risultanti dalle successive modifiche ed integrazioni ed in genere da ogni altro contratto collettivo applicabile nella località e per la categoria che venga successivamente stipulato. L'Appaltatore si obbliga altresì a continuare ad applicare i suindicati contratti collettivi anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione.

L'Appaltatore è altresì responsabile in solido dell'osservanza delle norme di cui sopra da parte dei Subappaltatori nei confronti dei dipendenti di questi ultimi, per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

Il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'Impresa appaltatrice dalla responsabilità di cui al c. precedente, e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante.

I suddetti obblighi vincolano l'Impresa appaltatrice anche nel caso che la stessa non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente, all'Appaltatore sarà ordinato per iscritto di provvedervi entro i successivi **15 giorni**. Ove egli non provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta entro il termine

suddetto, la Stazione Appaltante può pagare, anche in corso d'opera, direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate detraendo i relativi importi dalle somme dovute all'Appaltatore e trattenendo, inoltre, una somma pari al cinque per cento delle retribuzioni liquidate a titolo di rimborso forfettario per le spese sostenute per le procedure, che non sarà restituita, salvo i sequestri già concessi.

I pagamenti fatti dalla Stazione Appaltante sono provati dalle quietanze predisposte a cura del Responsabile del Procedimento e sottoscritte dagli interessati.

Nel caso di formale contestazione delle richieste da parte dell'Appaltatore, la Stazione Appaltante provvederà all'inoltro delle richieste e delle contestazioni alla Direzione Provinciale del lavoro e della massima occupazione per i necessari accertamenti.

L'Appaltatore, e per suo tramite, i Subappaltatori trasmetteranno alla Stazione Appaltante prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici; trasmetteranno ai fini del pagamento dei SAL e dello stato finale dei lavori copia dei versamenti contributivi, previdenziali, e assicurativi, fino all'ultimazione dei lavori (DURC).

A garanzia degli obblighi sulla tutela dei lavoratori, la Stazione Appaltante opererà una ritenuta dello 0,50% sull'importo netto progressivo dei lavori, da utilizzare in caso di inadempienza dell'Appaltatore, salvo le maggiori responsabilità di esso.

Dell'emissione di ogni certificato di pagamento il Responsabile del Procedimento provvede a dare comunicazione per iscritto, con avviso di ricevimento, agli Enti previdenziali e assicurativi, compresa la cassa edile, ove richiesto.

I lavoratori occupati in cantiere dovranno attenersi agli obblighi che l'appaltatore provvederà a segnalare loro in materia di sicurezza e protezione collettiva e individuale, nonché relativamente ai programmi di formazione e addestramento, e si sottoporranno alla sorveglianza sanitaria coloro che sono addetti alla movimentazione manuale di carichi pesanti (ai sensi del T.U.S. D.Lgs. 81/2008)).

In caso di inottemperanza degli obblighi testé precisati, accertata dalla Stazione Appaltante o ad essa segnalata dalla Direzione Provinciale del Lavoro, la Stazione Appaltante medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche alla Direzione suddetta, l'inadempienza accertata e procederà a una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.
Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando, dalla Direzione Provinciale del Lavoro, non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni dei pagamenti di cui sopra l'Appaltatore non può opporre alcuna eccezione alla Stazione Appaltante, né ha diritto a qualsivoglia indennizzo o risarcimento dei danni.

Le ritenute dello 0,50% possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione del conto finale, dopo l'approvazione del collaudo provvisorio, ove gli enti suddetti non abbiano comunicato all'Amministrazione committente eventuali inadempienze entro il termine di 30 giorni dal ricevimento della richiesta del responsabile del procedimento.

L’Appaltatore è inoltre tenuto all'osservanza delle disposizioni di cui alla Legge 1312/21 sull'assunzione obbligatoria degli invalidi di guerra e ad osservare scrupolosamente le norme in vigore e quelle che venissero emanate durante l'esecuzione dei lavori, in materia di assunzione della mano d'opera in genere.

## Art. 33. NORME PARTICOLARI

### 33.1 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale, essere idonei all’impiego previsto in progetto e comunque della migliore qualità; tutti i materiali possono essere messi in opera solamente dopo la consegna delle specifiche tecniche alla Direzione dei Lavori ed avendone ricevuta approvazione.

In caso di controversia:

1. Il direttore dei lavori o l’esecutore comunicano al responsabile del procedimento le contestazioni insorte circa aspetti tecnici che possono influire sull’esecuzione dei lavori; il responsabile del procedimento convoca le parti entro quindici giorni dalla comunicazione e promuove, in contraddittorio, l’esame della questione al fine di risolvere la controversia. La decisione del responsabile del procedimento è comunicata all’esecutore, il quale ha l'obbligo di uniformarvisi, salvo il diritto di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.

2. Se le contestazioni riguardano fatti, il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l’imprenditore un processo verbale delle circostanze contestate o, mancando questi, in presenza di due testimoni. In quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all’esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi al direttore dei lavori nel termine di otto giorni dalla data del ricevimento. In mancanza di osservazioni nel termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.

3. L’esecutore, il suo rappresentante, oppure i testimoni firmano il processo verbale, che è inviato al responsabile del procedimento con le eventuali osservazioni dell’esecutore.

4. Contestazioni e relativi ordini di servizio sono annotati nel giornale dei lavori.

La Direzione dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Appaltatore non esegua la rimozione nel termine prescritto dalla Direzione dei Lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

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

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

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico dell'Appaltatore..

Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti.

Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

## 33.2 Provvista dei materiali

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della Stazione Appaltante l'Appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

## 33.3 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, la Direzione dei Lavori può prescriverne uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Se il cambiamento importa una differenza in più o in meno del quinto del prezzo contrattuale del materiale, si fa luogo alla determinazione del nuovo prezzo.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'Appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori, che riporti l'espressa approvazione del Responsabile Unico del Procedimento; in tal caso si applica l'art. 15, c. 15 del DPR 207/10.

### 33.4 Verifiche nel corso di esecuzione dei lavori

I controlli e le verifiche eseguite dalla Stazione Appaltante nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'Appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'Appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati.

Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'Appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla Stazione Appaltante.

### 33.5 Durata giornaliera dei lavori

L'Appaltatore può ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

La Direzione dei Lavori può vietare l'esercizio di tale facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo.

In ogni caso l'Appaltatore non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.

Salva l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se la Direzione dei Lavori ravvisa la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione del Responsabile del Procedimento ne dà ordine scritto all'Appaltatore, il quale è obbligato ad uniformarvisi, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

### 33.6 Proprietà degli oggetti trovati

Fatta eccezione per i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, appartiene alla Stazione Appaltante la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi.

L'Appaltatore ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.

Il reperimento di cose di interesse artistico, storico o archeologico deve essere immediatamente comunicato alla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della Stazione Appaltante.

## 33.7 Proprietà dei materiali di demolizione

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà dell'Amministrazione.

L'Appaltatore deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora i materiali non siano di interesse dell'Amministrazione, è fatto obbligo all'Appaltatore di procedere con il loro allontanamento dal cantiere, provvedendo a propria cura e spese al loro collocamento presso un sito di stoccaggio temporaneo (qualora si tratti di materiale riutilizzabile) o presso discarica autorizzata, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

# Art. 34. DANNI DI FORZA MAGGIORE

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le misure, comprese le opere provvisionali, e tutti gli adempimenti per evitare il verificarsi di danni alle opere, all'ambiente, alle persone e alle cose nell'esecuzione dell'Appalto.

L'onere per il ripristino di opere o il risarcimento di danni a luoghi, cose o terzi determinati da mancata, tardiva o inadeguata assunzione dei necessari provvedimenti sono a totale carico dell'Appaltatore, indipendentemente dall'esistenza di una adeguata copertura assicurativa.

Si ribadisce che, avendo l'Appaltatore espressamente accettato il proprio ruolo di soggetto attivo e garante della completa attivazione dell'opera ed avendo egli rinunciato espressamente al ruolo di semplice esecutore "irresponsabile" del progetto o di ordini operativi della Direzione dei Lavori (Nudus Minister), la responsabilità per danni causati durante l'esecuzione dell'opera sarà imputata all'Appaltatore stesso, in quanto negli elaborati progettuali a lui consegnati sono contenute tutte le informazioni necessarie per organizzare in piena autonomia la corretta impostazione lavorativa di cantiere in presenza dei manufatti o delle linee di sottoservizi interferenti con le opere di progetto.

Ogni qualvolta l'Appaltatore, benché informato dal Committente di eventuali danni denunciati da terzi, proceda ulteriormente a sua discrezione nell'esecuzione delle opere, cagionando ed aggravando l'evento dannoso già lamentato, non potrà essere imputata alcuna responsabilità alla Stazione Appaltante (in accordo con la sentenza n. 13934, depositata il 28 giugno 2005 dalla Terza Sezione della Suprema Corte civile).

In caso di danni causati da forza maggiore, a seguito di eventi imprevedibili ed eccezionali e per i quali siano state approntate le normali e ordinarie precauzioni, l'Appaltatore ne fa denuncia per iscritto alla Direzione dei Lavori, a pena di decadenza, entro 3 giorni da quello dell'avvenimento.

I danni saranno accertati in contraddittorio dalla Direzione dei Lavori che redigerà apposito verbale; l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare i lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti.

Il compenso per la riparazione dei danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari, contabilizzati ai prezzi e condizioni di contratto, con esclusione di danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, ponteggi, attrezzature e mezzi d'opera dell'Appaltatore.

Nessun compenso sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.

L'Appaltatore non può sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti.

I danni prodotti da piene ai lavori di difesa di corsi d'acqua o di mareggiate, quando non siano stati ancora iscritti a libretto, sono valutati in base alla misurazione provvisoria fatta dagli assistenti di cantiere; mancando la misurazione, l'Appaltatore può dare la dimostrazione dei lavori eseguiti con mezzi di prova documentali e con fotografie e filmati, ad eccezione della prova testimoniale.

Resta contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni di forza maggiore quei danni conseguenti ad assestamenti, franamenti, solcature, interramento di cunette, allagamento degli scavi ed altri guasti che venissero fatti dalle acque di pioggia, oppure danni alle trincee ed agli scavi aperti per la rottura di tubazioni, dovendo l'Impresa appaltatrice provvedere a riparare tali danni a sua cura e spese.

## Art. 35. CONSEGNA DEI LAVORI

La consegna dei lavori, oggetto dell'appalto, all'esecutore avviene da parte del direttore dei lavori, previa disposizione del RUP, ai sensi dell'art. 3 dell'allegato II.14 del d.lgs. 36/2023, non oltre 45 giorni dalla data di registrazione alla Corte dei conti del decreto di approvazione del contratto, e non oltre 45 giorni dalla data di approvazione del contratto quando la registrazione della Corte dei conti non è richiesta per legge; negli altri casi il termine di 45 giorni decorre dalla data di stipula del contratto.

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

Avvenuta la consegna, il direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono apposito verbale, che viene trasmesso al RUP, dalla cui data decorre il termine per il completamento dei lavori.

Il verbale contiene:

- le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;
- l'indicazione delle aree, dei locali, delle condizioni di disponibilità dei mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori dell'esecutore, nonché dell'ubicazione e della capacità delle cave e delle discariche concesse o comunque a disposizione dell'esecutore stesso;
- la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso, che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori.

Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica e al completamento

del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

**Sospensione**

Avvenuta la consegna, la stazione appaltante può sospendere i lavori per ragioni non di forza maggiore, purché la sospensione non si protragga per più di 60 giorni. Trascorso inutilmente tale termine, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto allo stesso modo del caso di consegna tardiva per causa imputabile alla stazione appaltante.

**Consegna parziale**

Il direttore dei lavori provvede alla **consegna parziale** dei lavori nei casi di temporanea indisponibilità delle aree e degli immobili ed, in contraddittorio con l'appaltatore, sottoscrive il verbale di consegna parziale dei lavori.

Al riguardo, l'esecutore presenta, a pena di decadenza dalla possibilità di iscrivere riserve per ritardi, un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Tuttavia, se le cause di indisponibilità permangono anche dopo che sono stati realizzati i lavori previsti dal programma, si applica la disciplina relativa alla sospensione dei lavori.

Nel caso di **consegna d'urgenza**, il verbale di consegna indica, altresì, le lavorazioni che l'esecutore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisionali.

## Art. 36. RICONOSCIMENTI A FAVORE DELL'APPALTATORE IN CASO DI RITARDATA CONSEGNA DEI LAVORI

**Mancata consegna**

- Nel caso in cui si riscontrino differenze fra le condizioni locali e il progetto esecutivo, non si procede alla consegna e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al RUP, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione del progetto esecutivo e delle successive verifiche, proponendo i provvedimenti da adottare.
- Nel caso in cui l'esecutore non prende parte alla consegna dei lavori, senza giustificato motivo, la stazione appaltante può fissare una nuova data di consegna, ferma restando la decorrenza del termine contrattuale dalla data della prima convocazione, oppure risolvere il contratto ed incamerare la cauzione.
- La consegna può non avvenire per causa imputabile alla stazione appaltante(1) ed in tal caso l'esecutore può chiedere il recesso del contratto.

  Se l'istanza di recesso viene accolta, l'esecutore ha diritto al rimborso delle spese contrattuali effettivamente sostenute e documentate, in misura non superiore al valore calcolato sull'importo netto dell'appalto considerando le percentuali riportate al comma 12 del predetto art. 3:
- 1,00% per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
- 0,50% per l'eccedenza fino a 1.549.000 euro;
- 0,20% per la parte eccedente 1.549.000 euro.

  La richiesta di pagamento delle spese, debitamente quantificata, è inoltrata a pena di decadenza entro 60 giorni dalla data di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza di recesso ed è formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscrivere nel verbale di consegna dei lavori e confermare nel registro di contabilità.

  Nel caso di appalto di progettazione ed esecuzione, l'esecutore ha altresì diritto al rimborso delle spese, nell'importo quantificato nei documenti di gara e depurato del ribasso offerto, dei livelli di progettazione dallo stesso redatti e approvati dalla stazione appaltante.

Se l'istanza di recesso non viene accolta[2], si procede alla **consegna tardiva** dei lavori, l'esecutore ha diritto al risarcimento dei danni causati dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera prevista dal cronoprogramma nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

## Art. 37. PENALI PER RITARDO E PREMIO DI ACCELERAZIONE

Ai sensi dell'art. 126 c. 1 del d.lgs. 36/2023, i contratti di appalto prevedono penali per il ritardo nell'esecuzione delle prestazioni contrattuali da parte dell'appaltatore commisurate ai giorni di ritardo e proporzionali rispetto all'importo del contratto o delle prestazioni contrattuali.
Le penali dovute per il ritardato adempimento sono calcolate in misura giornaliera compresa tra lo 0,3‰ e l'1‰ dell'ammontare netto contrattuale, da determinare in relazione all'entità delle conseguenze legate al ritardo, e non possono comunque superare, complessivamente, il 10% di detto ammontare netto contrattuale.
In caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, viene applicata una penale giornaliera di **1,00 (uno/00) per mille** dell'importo netto contrattuale.

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

Se l'ultimazione dei lavori avviene in anticipo rispetto al termine fissato contrattualmente, la stazione appaltante può prevedere nel bando o nell'avviso di indizione della gara un premio di accelerazione per ogni giorno di anticipo, ai sensi dell'art. 126 c. 2 del codice.

Nel caso in cui non sia specificatamente indicato nel bando o disciplinare di gara, il premio di accelerazione si intende nullo.
Il premio è determinato sulla base degli stessi criteri stabiliti per il calcolo della penale ed è corrisposto a seguito dell'approvazione da parte della stazione appaltante del certificato di collaudo, utilizzando, nei limiti delle risorse disponibili, le somme indicate nel quadro economico dell'intervento relative agli imprevisti.

La stazione appaltante può prevedere nei documenti di gara iniziali un premio di accelerazione anche nel caso in cui il termine contrattuale sia legittimamente prorogato e l'ultimazione dei lavori avvenga in anticipo rispetto al termine prorogato. Tale termine si computa dalla data originariamente prevista nel contratto.

Per quanto riguarda il ritardo nella consegna di documentazione alla Stazione Appaltante, alla Direzione dei Lavori o al Coordinatore della Sicurezza in Fase Esecutiva, nel caso in cui il documento mancante sia condizione vincolante per l'ingresso in cantiere (Esempio: ritardo nella consegna dei POS), sarà applicata una penale giornaliera pari a **euro 100,00 (cento)** per ogni documento mancante.

## Art. 38. SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI

La sospensione e la ripresa dei lavori sono disciplinate dal D. Lgs. 36/2023.

## Art. 39. SOSPENSIONE ILLEGITTIMA

Le sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dalla Stazione Appaltante per cause illegittime danno diritto all'Appaltatore ad ottenere il riconoscimento dei danni prodotti.

## Art. 40. PROROGHE

L'Appaltatore che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne la proroga.

La richiesta di proroga deve essere formulata con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale tenendo conto di quanto di seguito riportato. In ogni caso la sua concessione non pregiudica i diritti spettanti all'Appaltatore per l'eventuale imputabilità della maggiore durata a fatto della Stazione Appaltante.

La risposta in merito all'istanza di proroga è resa dal Responsabile del Procedimento, sentito il Direttore dei Lavori, entro 30 giorni dal suo ricevimento.

## Art. 41. VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE

### 41.1 Varianti in corso d'opera

Le indicazioni di cui agli articoli del presente Capitolato Speciale di Appalto ed i disegni da allegare al contratto ed ogni altro elaborato debbono ritenersi come elementi del progetto esecutivo per definire le opere da costruire.

Il contratto di appalto, ai sensi dell'art. 120 del d.lgs. 36/2023, viene modificato senza ricorrere ad una nuova procedura di affidamento se:

a. le modifiche sono previste in clausole precise ed inequivocabili nei documenti di gara iniziali (anche in clausole di opzione); clausola di opzione: in questa sede, si stabilisce, fin dalla fase di progettazione e di gara, che l'Amministrazione Appaltante prevede e si riserva di poter modificare il contratto e TUTTE le opere in progetto-appalto, secondo le proprie esigenze e necessità, introducendo varianti e nuove opere o varianti alle opere in progetto o interventi di completamento.

b. si rendono necessari lavori supplementari non inclusi nell'appalto iniziale per i quali un cambiamento del contraente risulta impraticabile per motivi economici o tecnici, o comporti notevoli disagi o un incremento dei costi per la stazione appaltante – *in questo caso il contratto può essere modificato solo se l'aumento di prezzo non eccede il 50% del valore del contratto iniziale (la limitazione si applica al valore di ciascuna modifica nel caso di più modifiche successive)*;

c. si rendono necessarie modifiche in corso di esecuzione a causa di circostanze imprevedibili da parte della stazione appaltate denominate varianti in corso d'opera. Rientrano in queste circostanze nuove disposizioni legislative o regolamentari o provvedimenti sopravvenuti di autorità o enti preposti alla tutela di interessi rilevanti – *in questo caso il contratto può essere modificato solo se l'aumento di prezzo non eccede il 50% del valore del contratto iniziale (la limitazione si applica al valore di ciascuna modifica nel caso di più modifiche successive)*;

d. un nuovo contraente sostituisce l'aggiudicatario dell'appalto nel caso di:

- modifiche soggettive implicanti la sostituzione del contraente originario previste in clausole chiare, precise ed inequivocabili nei documenti di gara;

- successione di un altro operatore economico (che soddisfi gli iniziali criteri di selezione) per causa di morte o insolvenza o a seguito di ristrutturazioni societarie dell'aggiudicatario, purché ciò non implichi ulteriori modifiche sostanziali al contratto e non sia finalizzato ad eludere l'applicazione del codice (salvo art. 124 del codice);
- assunzione degli obblighi del contraente principale da parte della stazione appaltante nei confronti dei suoi subappaltatori.

e. il valore della modifica è al di sotto delle soglie di rilevanza europea di cui all'art. 14 del codice;

f. il valore della modifica è < 15 % del valore iniziale del contratto.

g. le modifiche non sono sostanziali.

Le modifiche e le varianti sono autorizzate dal RUP secondo quanto previsto dall'ordinamento della stazione appaltante, senza necessità di procedere ad una nuova procedura di affidamento e purchè la struttura del contratto e l'operazione economica ad esso collegata rimangano inalterate.

Se in corso di esecuzione si rende necessario un aumento o una diminuzione delle prestazioni fino a concorrenza di 1/5 dell'importo contrattuale, la stazione appaltante può imporre all'appaltatore l'esecuzione delle prestazioni alle condizioni originariamente previste. In questo caso l'appaltatore non può far valere la risoluzione del contratto.

Il contratto è sempre modificabile ai sensi dell'art. 9 del codice e nel rispetto delle clausole di rinegoziazione. Nel caso in cui queste non siano previste, la richiesta di rinegoziazione va avanzata senza ritardo e non giustifica, di per sé, la sospensione dell'esecuzione del contratto. Il RUP provvede a formulare la proposta di un nuovo accordo entro un termine non superiore a 3 mesi. Nel caso in cui non si pervenga al nuovo accordo entro un termine ragionevole, la parte svantaggiata può agire in giudizio per ottenere l'adeguamento del contratto all'equilibrio originario, salva la responsabilità per la violazione dell'obbligo di rinegoziazione.

Le variazioni sono valutate in base ai prezzi di contratto ai sensi dell'allegato II.14 art. 5 c.7 e 8, tuttavia, se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati:

- desumendoli dai prezzari di cui all'art. 41 del codice, ove esistenti;
- ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.

Qualora dai calcoli effettuati risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori, sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.
Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

## 41.2 Varianti in diminuzione migliorative proposte dall'Appaltatore

Ad eccezione dei contratti affidati a seguito di appalto concorso, l'Impresa Appaltatrice, durante il corso dei lavori, può proporre al Direttore dei Lavori eventuali variazioni, di sua esclusiva ideazione e che comportino una diminuzione dell'importo originario dei lavori.

Possono formare oggetto di proposta le modifiche dirette a migliorare gli aspetti funzionali, nonché singoli elementi tecnologici o singole componenti del progetto, che non comportano riduzione delle prestazioni qualitative e quantitative stabilite nel progetto stesso e che mantengono inalterate il tempo di esecuzione dei lavori e le condizioni di sicurezza dei lavoratori.

L'idoneità delle proposte è dimostrata attraverso specifiche tecniche di valutazione, quali ad esempio l'analisi del valore.

La proposta dell'Appaltatore, redatta in forma di perizia tecnica corredata anche degli elementi di valutazione economica, è presentata al Direttore dei Lavori che entro **10 giorni** la trasmette al Responsabile del Procedimento unitamente al proprio parere.

Il Responsabile del Procedimento entro i successivi **30 giorni**, sentito il Progettista, comunica all'Appaltatore le proprie motivate determinazioni ed in caso positivo procede alla stipula di apposito atto aggiuntivo.

Le proposte dell'Appaltatore devono essere predisposte e presentate in modo da non comportare interruzione o rallentamento nell'esecuzione dei lavori, così come stabilito nel relativo programma.

Le economie risultanti dalla proposta migliorativa approvata ai sensi del presente art. sono ripartite in parti uguali tra la Stazione Appaltante e l'Appaltatore.

### 41.3 Diminuzione dei lavori

La Stazione Appaltante può sempre ordinare l'esecuzione dei lavori in misura inferiore rispetto a quanto previsto in Capitolato Speciale d'Appalto, nel limite di un quinto dell'importo di contratto, e senza che nulla spetti all'Appaltatore a titolo di indennizzo.

L'intenzione di avvalersi della facoltà di diminuzione deve essere tempestivamente comunicata all'Appaltatore e comunque prima del raggiungimento del quarto quinto dell'importo contrattuale.

### 41.4 Lavori eventuali non previsti

Per l'esecuzione di categorie di lavori non previste e per le quali non si hanno i prezzi corrispondenti, si provvederà alla determinazione dei nuovi prezzi.

Se l'Appaltatore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la Stazione Appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi nella contabilità; ove l'Appaltatore non iscriva riserva negli atti contabili nei modi previsti dal presente regolamento, i prezzi si intendono accettati definitivamente.

### 41.5 Prestazioni particolari, opere speciali

Per tutte le opere di tipo particolare, di cui non si fa specifica menzione nel presente Capitolato Speciale di Appalto, l'Impresa appaltatrice si dovrà attenere scrupolosamente a quanto contenuto nelle singole voci dell'Elenco Prezzi Unitari, nella Normativa Tecnica di riferimento attualmente in vigore ed alle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, per l'approvazione quanto necessario a definire ed individuare materiali e tecnologie necessarie (campioni, schede tecniche, esempi di opere già eseguite, ecc.).

## Art. 42. ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Con il termine di ultimazione lavori nel presente contratto d'appalto si intende il compimento delle attività inerenti l'opera nel suo complesso (data finale).

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori l'ultimazione dei lavori non appena avvenuta.

L'Appaltatore dovrà dare comunicazione per iscritto alla Direzione Lavori della data nella quale ritiene di avere ultimato i lavori e questa procederà in contraddittorio con l'Appaltatore alle necessarie constatazioni redigendo apposito verbale.

Nel caso di riscontro positivo sarà redatto il relativo certificato di constatazione.

Si precisa che i lavori saranno considerati ultimati quando le opere oggetto della verifica siano effettivamente ultimate a regola d'arte in ogni loro parte e sia stata presentata le relativa certificazione di controllo qualità.

Dalla data finale della ultimazione dei lavori decorreranno i termini per la redazione dello stato finale e per l'effettuazione dei collaudi.

## Art. 43. DOCUMENTI CONTABILI

La contabilità sarà tenuta sui documenti contabili in conformità a quanto stabilito dal Decreto 7 marzo 2018, n° 49.

## Art. 44. INDICAZIONE DELLE PERSONE CHE POSSONO RISCUOTERE

Il contratto di appalto e gli atti di cottimo devono indicare:

a) il luogo e l'ufficio dove saranno effettuati i pagamenti, e le relative modalità, secondo le norme che regolano la contabilità della stazione appaltante;
b) la persona o le persone autorizzate dall'appaltatore a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme ricevute in conto o saldo anche per effetto di eventuali cessioni di credito preventivamente riconosciute dalla stazione appaltante; gli atti da cui risulti tale designazione sono allegati al contratto.

La cessazione o la decadenza dall'incarico delle persone autorizzate a riscuotere e quietanzare deve essere tempestivamente notificata alla stazione appaltante.

In caso di cessione del corrispettivo di appalto successiva alla stipula del contratto, il relativo atto deve indicare con precisione le generalità del cessionario ed il luogo del pagamento delle somme cedute.

In difetto delle indicazioni previste dai commi precedenti, nessuna responsabilità può attribuirsi alla Stazione Appaltante per pagamenti a persone non autorizzate dall'Appaltatore a riscuotere.

## Art. 45. TERMINI DI PAGAMENTO DEGLI ACCONTI E DEL SALDO

Il termine per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto non può superare i **7 giorni** a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori.

Il termine per disporre il pagamento degli importi dovuti in base al certificato non può superare i **30 giorni** a decorrere dalla data di emissione del certificato.

Il termine di pagamento della rata di saldo e di svincolo della garanzia fidejussoria non può superare i **90 giorni** dall'emissione del certificato di collaudo.

Nel caso l'Appaltatore non abbia preventivamente presentato garanzia fidejussoria, il termine di **90 giorni** decorre dalla presentazione della garanzia stessa.

## Art. 46. INTERESSI PER RITARDATO PAGAMENTO

Qualora il certificato di pagamento delle rate di acconto non sia emesso entro il termine stabilito ai sensi per causa imputabile alla Stazione Appaltante, spettano all'Appaltatore gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute, fino alla data di emissione di detto certificato.

Qualora il ritardo nell'emissione del certificato di pagamento superi i **60 giorni** dal giorno successivo sono dovuti gli interessi moratori.

Qualora il pagamento della rata di acconto non sia effettuato entro il termine per causa imputabile alla Stazione Appaltante, spettano all'Appaltatore gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute.

Qualora il ritardo nel pagamento superi i **60 giorni**, dal giorno successivo e fino all'effettivo pagamento sono dovuti gli interessi moratori.

Qualora il pagamento della rata di saldo non intervenga nel termine stabilito per causa imputabile alla Stazione Appaltante, sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute; sono dovuti gli interessi moratori qualora il ritardo superi i **60 giorni** dal termine stesso.

Il saggio degli interessi di mora è fissato ogni anno con decreto del Ministro dei lavori pubblici di concerto con il Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica.

Tale misura è comprensiva del maggior danno ai sensi dell'art. 1224, secondo c., del Codice Civile.

## Art. 47. COLLAUDO

Si richiama integralmente l'art. 116 del d. lgs. 36/2023.

## Art. 48. DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

L'Appaltatore, fatte valere le proprie ragioni durante il corso dei lavori nel modo anzidetto, resta tuttavia tenuto ad uniformarsi sempre alle disposizioni della Direzione dei Lavori, senza poter sospendere o ritardare l'esecuzione delle opere assegnate od ordinate, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili od invocando eventuali divergenze in ordine alla condotta tecnica e alla contabilità dei lavori, e ciò sotto pena di rivalsa di tutti i danni che potessero derivare all'Amministrazione.

In materia di contenzioso, si richiama quanto disposto dagli artt. da 209 a 220 del Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36 e s.m.i..

Tutte le controversie tra la Stazione Appaltante e l'Appaltatore, così durante l'esecuzione come al temine del contratto, quale che sia la natura tecnica, amministrativa o giuridica, che non si sono potute definire in via amministrativa, sono deferite in via esclusiva all'**Autorità giudiziaria del Foro più vicino alla sede legale dell'Ente Appaltante.**

### 48.1 Forma e contenuto delle riserve

L'esecutore, è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

Le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve sono iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole, nonché della sottoscrizione del certificato di collaudo mediante precisa esplicitazione delle contestazioni circa le relative operazioni. Il registro di contabilità è sottoposto all'esecutore per la sua sottoscrizione in occasione di ogni SAL.

Le riserve sono formulate in modo specifico ed indicano con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve contengono a pena di inammissibilità:

- la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute;
- l'indicazione degli ordini di servizi, emanati dal direttore dei lavori, che abbiano inciso sulle modalità di esecuzione dell'appalto;
- le contestazioni relative all'esattezza tecnica delle modalità costruttive previste dal capitolato speciale d'appalto o dal progetto esecutivo;
- le contestazioni relative alla difformità rispetto al contratto delle disposizioni e delle istruzioni relative agli aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto;
- le contestazioni relative alle disposizioni e istruzioni del direttore dei lavori che potrebbero comportare la responsabilità dell'appaltatore o che potrebbero determinare vizi o difformità esecutive dell'appalto.

L'esecutore, all'atto della firma del conto finale, da apporre entro il termine di 30 giorni dall'invito del RUP a prenderne cognizione, non può iscrivere domande diverse per oggetto o per importo da quelle formulate nel registro di contabilità durante lo svolgimento dei lavori, e ha l'onere, a pena di decadenza, di confermare le riserve già iscritte sino a quel momento negli atti contabili per le quali non siano intervenute procedure di carattere conciliativo.

Se l'esecutore non firma il conto finale nel termine di 30 giorni (art. 7, c. 4, allegato II.14, del d.lgs. 36/2023) o se lo sottoscrive senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si intende come definitivamente accettato.
Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono rinunciate.
Nel caso in cui l'esecutore, non firmi il registro, è invitato a farlo entro il termine perentorio di 15 giorni e, qualora persista nell'astensione o nel rifiuto, se ne fa espressa menzione nel registro.

Se l'esecutore, ha firmato con riserva, qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della stessa, egli esplica, a pena di decadenza, nel termine di 15 giorni, le sue riserve, scrivendo e firmando nel registro le corrispondenti domande di indennità e indicando con precisione le cifre di compenso cui crede aver diritto, e le ragioni di ciascuna domanda.

Qualora la normativa sui lavori pubblici (codice dei contratti o regolamento del codice dei contratti), come pubblicata ed in vigore all'atto dell'offerta dell'Impresa Appaltatrice preveda che sui progetti validati non si possano apporre riserve, tale vincolo si applica al presente appalto.

### 48.2 Definizione delle riserve al termine dei lavori

Le riserve e le pretese dell'Appaltatore, che in ragione del valore o del tempo di insorgenza non sono state oggetto della procedura di accordo bonario, sono esaminate e valutate dalla Stazione Appaltante entro **60 giorni** dalla trasmissione degli atti di collaudo effettuata ai sensi dell'art. 234 del DPR 207/10.

Le domande che fanno valere in via ordinaria pretese già oggetto di riserva, non possono essere proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse.

### 48.3 Tempo del giudizio

L'Appaltatore che intenda far valere le proprie pretese nel giudizio ordinario deve proporre la domanda entro il termine di decadenza di 60 giorni.

### 48.4 Controversie

La competenza a conoscere delle controversie derivanti dal contratto di appalto spetta, ai sensi dell'art. 20 del Codice di Procedura Civile, al giudice del luogo dove il contratto è stato stipulato.

## Art. 49. RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

La stazione appaltante risolve il contratto di appalto, senza limiti di tempo, se ricorre una delle seguenti condizioni:

a) modifica sostanziale del contratto, ai sensi dell'art. 120 c. 6 del d.lgs. 36/2023;
b) modifiche dettate dalla necessità di lavori supplementari non inclusi nell'appalto e varianti in corso d'opera (art. 120 c.1 lett. b), c), del codice) nel caso in cui l'aumento di prezzo eccede il 50 % del valore del contratto iniziale;
c) la modifica del contratto supera le soglie di rilevanza europea (art. 14 del codice);
d) la modifica supera il 15% del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori;

e) ricorre una delle cause di esclusione automatica previste dall'art. 94 c. 1 del codice;
f) violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento, ai sensi dell'art. 258 del TFUE;
g) decadenza dell'attestazione di qualificazione dell'esecutore dei lavori a causa di falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
h) provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di misure di prevenzione.

Il contratto di appalto può essere risolto per grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, tale da compromettere la buona riuscita delle prestazioni; in questo caso, il direttore dei lavori, accertato il grave inadempimento alle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore, procede secondo quanto stabilito dall'art. 10 dell'allegato II.14 del codice:

- invia al RUP una relazione particolareggiata, corredata dei documenti necessari, indicando la stima dei lavori eseguiti regolarmente, il cui importo può essere riconosciuto all'appaltatore;
- formula la contestazione degli addebiti all'appaltatore, assegnando a quest'ultimo un termine massimo di 15 giorni per la presentazione delle sue controdeduzioni al RUP;

Acquisite e valutate negativamente le predette controdeduzioni, ovvero scaduto il termine senza che l'appaltatore abbia risposto, la stazione appaltante su proposta del RUP dichiara risolto il contratto, ai sensi dell'art. 122 c. 3 del codice.

Comunicata all'appaltatore la determinazione di risoluzione del contratto, il RUP, con preavviso di 20 giorni, richiede al direttore dei lavori la redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, l'inventario di materiali, macchine e mezzi d'opera e la relativa presa in consegna.

L'organo di collaudo, acquisito lo stato di consistenza, redige un verbale di accertamento tecnico e contabile in cui accerta la corrispondenza tra quanto eseguito fino alla risoluzione del contratto e ammesso in contabilità e quanto previsto nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante ed è altresì accertata la presenza di eventuali opere, riportate nello stato di consistenza, ma non previste nel progetto approvato nonché nelle eventuali perizie di variante.

In caso di ritardi nell'esecuzione delle prestazioni per negligenza dell'appaltatore, il direttore dei lavori assegna un termine non inferiore a 10 giorni per l'esecuzione delle prestazioni.

Al riguardo, si redige processo verbale in contraddittorio tra le parti; qualora l'inadempimento permanga allo scadere del termine sopra indicato, la stazione appaltante risolve il contratto, con atto scritto comunicato all'appaltatore, fermo restando il pagamento delle penali.

A seguito della risoluzione del contratto l'appaltatore ha diritto:

- al pagamento delle prestazioni relative ai lavori regolarmente eseguiti - nei casi a) e b);
- al pagamento delle prestazione relative ai lavori regolarmente eseguiti decurtato:
- degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto;
- e, in sede di liquidazione finale, della maggiore spesa sostenuta per il nuovo affidamento - *quando la stazione appaltante non prevede che l'affidamento avvenga alle medesime condizioni già proposte dall'originario aggiudicatario in sede in offerta (art. 124 c. 2 del codice).*

Sciolto il contratto, l'appaltatore provvede al ripiegamento dei cantieri già allestiti e allo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze nel termine assegnato dalla stazione appaltante; in caso di mancato rispetto del termine, la stazione appaltante provvede d'ufficio addebitando all'appaltatore i relativi oneri e spese. Nel caso di provvedimenti giurisdizionali cautelari, possessori o d'urgenza che inibiscono o ritardano il ripiegamento dei

cantieri o lo sgombero delle aree di lavoro e relative pertinenze, la stazione appaltante può depositare cauzione in conto vincolato a favore dell'appaltatore o prestare fideiussione bancaria o polizza assicurativa pari all'1% del valore del contratto, con le modalità di cui all'art. 106 del codice, resta fermo il diritto dell'appaltatore di agire per il risarcimento dei danni.

Costituiscono comunque grave inadempimento e/o grave irregolarità che fonda il diritto della stazione appaltante a risolvere il contratto le seguenti fattispecie:

a) manifesta incapacità o inidoneità nell'esecuzione dei lavori;
b) gravi e/o ripetute inadempienze debitamente accertate alle norme sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
c) sospensione dei lavori da parte dell'appaltatore per un periodo, anche cumulato, superiore a 15 giorni solari senza giustificato motivo;
d) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto;
e) frode, non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
f) provvedimento del committente o del responsabile dei lavori, su proposta del coordinatore per l'esecuzione dei lavori, ai sensi dell'art. 92, c. 1, lettera e), T.U.S. (D.Lgs. 81/2008);
g) sospensione o revoca, o perdita dell'attestazione SOA, da parte dell'appaltatore, per la categoria e l'importo adeguato ai lavori oggetto di appalto ancora da eseguirsi;
h) sentenza dichiarativa di fallimento, decreto di ammissione in concordato preventivo, provvedimento di liquidazione coatta amministrativa.

L'appaltatore è sempre tenuto al risarcimento dei danni a lui imputabili.

La consegna delle opere e la presa di possesso del cantiere da parte della stazione appaltante ha inizio con un verbale di constatazione, redatto dal Direttore dei Lavori in contraddittorio, dello stato di avanzamento delle opere eseguite, nonché della consistenza del cantiere. Nel caso in cui il curatore fallimentare non presenzi ai rilievi in contraddittorio il verbale sarà redatto alla presenza di due testimoni. Successivamente si darà corso alla redazione del conto finale nei termini precedentemente stabiliti. Le opere anche se non finite, ma eseguite regolarmente, saranno pagate in base ai prezzi contrattuali, secondo quanto disposto dal contratto circa la contabilità e l'accettazione dei lavori. Il corrispettivo per l'eventuale uso degli impianti di cantiere, nonché per l'acquisto di materiali, è fissato di intesa con il curatore fallimentare. In caso di disaccordo sarà competente in via esclusiva il **Tribunale civile della sede più vicina (in linea d'aria) alla sede legale dell'Ente appaltante.** Oltre a ciò non sono dovuti altri compensi.

## B) ***SPECIFICHE TECNICHE***

## Art. 50. CAPO III° - NORME TECNICHE: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODO DI ESEGUIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO, ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

### 50.1 Materiali in genere

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purchè ad insindacabile giudizio della Direzione, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati, oltre all'osservanza, per tutti i materiali da costruzione, delle norme emanate con RR.DD. 16/11/1939 dal n. 2228 al n. 2235.

L'Impresa Appaltatrice è obbligata ad adottare materiali da costruzione conformi al Regolamento Europeo CPR (EU) 305/11.

### 50.2 Tracciamenti

Sui dati che saranno forniti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire i tracciamenti planimetrici ed altimetrici e provvedere al personale tutti i mezzi d'opera necessari, anche quando la Direzione stessa intenda verificare i detti tracciamenti.

Esso sarà tenuto a correggere e rifare, a tutte sue spese, quei lavori che in seguito ad alterazioni ed arbitrarie valutazioni di tracciamenti, sia planimetrico che altimetrico, la Direzione credesse inaccettabili a suo insindacabile giudizio.
Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano autostradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie, l'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

### 50.3 Campioni e prove sui materiali

A ben precisare la natura delle provviste di materiali occorrenti all'esecuzione delle opere, la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Appaltatore presenti in via preventiva un certo numero di campioni dei materiali o delle forniture, da sottoporre alla scelta ed all'approvazione della Direzione Lavori stessa e del Committente, le quali giudicheranno sulla loro forma, qualità e lavorazione e determineranno di conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'Appaltatore per l'intera provvista.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo ad effettuare tutte le prove prescritte dal presente Capitolato e dagli obblighi di Legge sui materiali impiegati o da impiegarsi nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera.
In mancanza di un'idonea organizzazione per l'esecuzione delle prove previste o di una normativa specifica di Capitolato, è riservato alla Direzione Lavori od all'Organo per il Collaudo in corso d'Opera il diritto di dettare norme di prova alternative o complementari.

Il prelievo dei campioni verrà eseguito in contraddittorio e di ciò verrà steso apposito verbale; in tal sede l'Appaltatore ha facoltà di richiedere, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità esecutive della prova, di assistere o di farsi rappresentare alla stessa.

In mancanza di una speciale normativa di Legge o di Capitolato, le prove saranno eseguite da Ente Certificatore Terzo, legalmente riconosciuto, presso un Istituto autorizzato, la fabbrica d'origine o il cantiere, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori.
In ogni caso, tutte le spese per il prelievo, la conservazione e l'invio dei campioni, per l'esecuzione delle prove, per il ripristino dei manufatti che si siano eventualmente dovuti manomettere, nonché tutte le altre spese simili e connesse, sono a totale, esclusivo carico dell'Appaltatore, salvo nei casi in cui siano dal presente Capitolato espressamente prescritti criteri diversi.

Qualora, senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito di prove in corso, l'Appaltatore non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per il fermo cantiere o per danni che dovessero derivargli o spese che dovesse sostenere; tuttavia egli potrà richiedere una congrua proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori.

### 50.4 Demolizioni

L'impresa provvederà a denunziare immediatamente alla Direzione dei Lavori il rinvenimento di speroni di muratura o altro del genere o di oggetti di valore archeologico o artistico, che dovessero venire alla luce negli scavi, sospendendo gli scavi stessi finchè possano essere fatti gli eventuali accertamenti dalla Direzione dei Lavori che prenderà i provvedimenti del caso.

Verrà accollata all'Impresa ogni responsabilità per mancanza di osservanza della Legge sulla conservazione dei monumenti. In caso di rinvenimento di antichi loculi con resti di ossa umane, queste saranno raccolte e fatte portare all'ossario del Cimitero, senza speciale compenso.

L'Impresa non potrà pretendere indennizzi per eventuali interruzioni dei lavori dipendenti dai rinvenimenti di cui sopra, eccezion fatta per la prestazione d'opera che venisse richiesta per il recupero di oggetti di valore archeologico e artistico.
Nelle demolizioni è obbligo dell'Impresa di adoperare i mezzi necessari per procurare il recupero di tutto il materiale riutilizzabile con obbligo di provvedere al deposito in luoghi da prescriversi dalla Direzione dei Lavori, ed il trasporto di rifiuti vari fuori dal cantiere, in località che verranno volta a volta designate.

I materiali recuperati resteranno sempre di proprietà dell'Amministrazione e nel caso la Direzione dei Lavori credesse opportuno, a suo insindacabile giudizio, prescriverne il reimpiego nei manufatti, i materiali stessi saranno addebitati all'Impresa come nuovi, al prezzo dell'elenco prezzi, con deduzione del 50%.

Le ricostruzioni con detti materiali saranno contabilizzate secondo i prezzi delle opere eseguite. La sabbia e ghiaia provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate nelle opere murarie.
Le demolizioni e rimozioni saranno contabilizzate in base alle rispettive voci dell'elenco prezzi.

### 50.5 Sabbia, ghiaia vagliata e spaccata - ghiaietto e coccio

La sabbia dovrà essere viva di fiume purgata e lavata. Essa sarà costituita da grani di media grossezza, pura, angolosa e rude al tatto, senza mescolanza con terra e argilla e di altre materie estranee e non dovrà contenere ciottolini di grossezza maggiori di m 0,006.

Per la formazione della malta occorrente nelle murature di mattoni e negli intonaci detta sabbia sarà sempre passata al setaccio.

La sabbia si misurerà sempre al volume, con il leggero cedimento che produce il paleggio con il badile senza esercitare pressione alcuna.

I ciottolini della ghiaia vagliata e di quella spaccata dovranno passare in tutti i sensi in un anello di m 0,012; essi saranno duri, compatti, omogenei, senza parti argillose calcaree e porose, saranno con ogni cura lavati e purgati da ogni specie di materie terrose estranee.

Il coccio proverrà dalla rottura dei mattoni, tegole e quadrelli sani di ottima qualità, in pezzi aventi dimensioni variabili da 0,01 a 0,04 m e sarà privo di parti di polvere e di ogni materia estranea.

### 50.6 Mattoni e mattonetti - Scapoli di cava - Pietrame e cubetti - Conci di Porfido

I mattoni dovranno essere delle dimensioni di m 0,24 x 0,12 x 0,06 ed i mattonetti di m 0,24 x 0,09 x 0,06.

Oltre a provenire da fornaci accettate dall'Amministrazione, dovranno essere di pasta omogenea, di forma regolare, piana su tutte le loro facciate, ben sonori e perfettamente cotti.

Se immersi nell'acqua in stato di perfetta secchezza e lasciati per 24 ore, all'atto della loro estrazione e dopo essere stati leggermente asciugati non dovranno avere assorbito un quantitativo di acqua maggiore del 5% del loro peso.

Quelli che contengono ciottoli, quelli bruciati in qualche punto, o con spaccature o soffiature, nonchè quelli mal cotti, saranno senz'altro rifiutati dalla Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio.

L'Impresa avrà la facoltà, dietro benestare della Direzione dei Lavori, di fare eseguire mattoni e mattonetti speciali per la formazione di volte e di pozzi dei canali purchè essi non abbiano dimensioni maggiori di quelle sopra descritte.

Prima dell'uso, mattoni e mattonetti, usuali o speciali, dovranno essere convenientemente spruzzati d'acqua con speciale avvertenza però che nella stagione invernale detta acqua non abbia a formare uno strato di ghiaccio sulla superficie dei mattoni stessi.

Le pietre dovranno essere spaccate, avere il lato minore lungo almeno cm 20 ed almeno una faccia piana, ben pulita da ogni materia terrosa e lavata prima della posa in opera.

Gli scapoli dovranno essere posti nelle murature a strati orizzontali in modo da essere ben collegati e negli interstizi saranno poste scaglie e pietre piccole (esclusi però i ciottoli) che saranno accuratamente immersi nella malta.

Nessuna pietra deve poggiare sulle altre senza l'interposizione di uno strato di malta ed ogni vuoto deve essere accuratamente riempito.

Le pietre che dopo la loro posa si spaccassero sotto il colpo del martello, dovranno essere immediatamente tolte e sostituite; non saranno accettate pietre gelive e sfaldabili.

Ove richiesto, i diversi strati di pietre saranno collegati con cinture doppie di mattoni forti per tutto lo spessore del muro alla distanza di cm 70 da cinture a cintura, e ciò senza diritto di alcun sovrapprezzo.

I cubetti di concio di Porfido e di sienite della Balma, da usarsi per rivestimenti, prima dell'impiego dovranno essere sottoposti all'esame ed all'accettazione della Direzione dei Lavori; quelli rifiutati dovranno essere immediatamente e totalmente asportati dai cantieri di lavoro.
Il materiale da impiegarsi dovrà provenire esclusivamente dalle cave del Trentino e dell'Alto Adige o dalle cave della Balma; i blocchetti dovranno avere forma quasi esclusivamente cubica e cioè essere ricavati da lastroni dello spessore corrispondente alle dimensioni stabilite in modo che la lunghezza degli spigoli sia pressappoco uguale.

Le facce dei cubetti dovranno essere piane e normali fra loro, presentare frattura netta e colorazione uniforme ed ogni cubetto dovrà presentare due facciate opposte regolari corrispondenti ai piani di cava.

E' escluso l'impiego dei cubetti che presentassero spigoli e guasti, sia a causa del carico e scarico, sia perchè di lavorazione scadente.

## 50.7 Pietrisco

Il pietrisco, per il ripristino del suolo pubblico sistemato a macadam, dovrà ricavarsi esclusivamente dalla rottura meccanica di ciottoli scelti di cava di fiume, esclusi però quelli leggeri di aggregazione stratificata e comunque di cattiva qualità, cioè porosi, spugnosi, teneri, sfaldabili, scistosi.
Detto pietrisco prenderà la denominazione di pietrisco grosso, di pietrisco medio e di pietrisco piccolo, secondo che i diversi pezzi che lo compongono passino rispettivamente in tutte le direzioni attraverso un anello di mm 70 e di mm 50 di diametro e di mm 30 quello piccolo.

Per il pietrisco grosso ogni pezzo dovrà presentare almeno tre facce di rottura ed avere dimensioni di cm 4 e cm 7, per quello medio le facce di rottura dovranno stendersi completamente a tutte le facce di ogni singolo pezzo ed avere dimensioni da cm 3 a cm 5, quello piccolo dovrà avere dimensioni da cm 5 a cm 3.

La misura del materiale verrà fatta con apposito cassone parallelepipede e saranno rigorosamente rifiutati quei cumuli di pietrisco contenenti più del 5% complessivamente di materiale di qualità o pezzatura diversa da quella stabilita.

## 50.8 Ciottoli per ciottolati

I ciottoli per ciottolati dovranno essere ricavati esclusivamente da cava di fiume ed essere di natura silicea o serpentinosa, privi di venature o fori visibili, escluso quindi in modo assoluto quelli leggeri, i teneri di aggregazione stratificata e poco compatta e comunque di cattiva qualità come spugnosi, porosi, scistosi, nonchè quelli aventi forma non sufficientemente regolare.

La forma dei ciottoli tanto usati quanto nuovi, dovrà essere elissoidica a tre assi, di cui il minore da cm 4 a cm 6, il medio da cm 6 a cm 8 ed il maggiore da cm 10 a cm 15. I ciottoli esistenti nei selciati di riforma, sia pure di qualità buona ma anche semplicemente scheggiati o non aventi le prescritte dimensioni, non potranno essere più impiegati, ma dovranno venire surrogati a spese dell'Impresario con altri di qualità e dimensioni prescritte.

## 50.9 Calce idraulica

La calce dovrà essere esclusivamente idraulica di prima qualità, pura, senza parti troppo o non abbastanza cotte e materie estranee; quella che fosse introdotta in cantiere in pezzi sfioriti o che successivamente sfiorisse, sarà rifiutata ed immediatamente asportata.

Essa sarà estinta con il metodo ordinario della coltura nelle fosse, limitando però la quantità di acqua in modo che 1000 kg di calce viva forniscano un volume di calce spenta maggiore di 1,35 mc.
La pasta di calce dovrà essere realmente spenta e impiegata sotto la sorveglianza insindacabile della Direzione dei Lavori.

La calce idraulica ridotta in pasta a consistenza normale ed immediatamente immersa in acqua dovrà fare presa, cioè sopportare l'ago Vicat non più tardi di sette giorni.

La Direzione potrà permettere l'uso della calce idraulica in polvere invece di quella di roccia quando sottoponendola alle necessarie prove, ad esclusivo suo giudizio, la riconosca buona di qualità; in tal caso l'Impresa dovrà attenersi alle istruzioni della Direzione sia per quanto riguarda la prescritta dosatura della malta e del calcestruzzo, sia per quanto si riferisce al modo dell'impasto.

In ogni caso la calce dovrà possedere i requisiti prescritti dalle condizioni di accettabilità degli agglomerati idraulici ecc. contenuti nel R.D. 29 luglio 1933 n. 1213, legge 5 febbraio n. 313, Norme Minist. 17 maggio 1937 n. 2202 e del R.D.L. 22 novembre 1937 n. 2037 e Legge del 5-11-1971 n. 1086 e D.M. 30-5-1972 e prescritti dalla successiva legislazione vigente.

## 50.10 Cementi

I cementi a lenta presa per la formazione della malta dei conglomerati cementizi, dovranno essere forniti dalle più importanti Ditte che possono assumere la responsabilità della regolare provvista di materiali a tipo costante e conforme ai campioni che saranno presentati dall'Impresa ed approvati dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva la facoltà di prelevare da ogni spedizione i campioni da sottoporsi, ad esclusivo e totale carico della Ditta assuntrice, agli esperimenti di prova (nei Laboratori Tecnici accreditati) tendenti a stabilire la bontà e sempre a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori.

I cementi dovranno soddisfare le norme di cui alle particolari Leggi e prescrizioni in vigore al momento del loro impiego.

Siccome però i detti esperimenti esigono un certo tempo, gli Impresari non appena saranno provvisti di un cantiere, in vicinanza dei lavori con locali appositi per il deposito del cemento, dovranno procurarsi quella quantità di cemento giudicabile conveniente per la regolare e continua esecuzione delle opere, avendo cura di fare ordinazioni in modo che le diverse spedizioni restino giacenti in cantiere per il periodo di tempo necessario alla conoscenza dei risultati delle prove meccaniche su detto regolamento, cioè non inferiore a 15 gg. per modo che si abbia sempre una quantità di cemento già sperimentato dalla Direzione dei Lavori, mentre altro materiale identico sarà depositato in separato locale per tutto il tempo occorrente agli esperimenti di prova.

Se durante l'immagazzinamento si venisse a riconoscere che uno o più sacchi della provvista abbia sofferto l'umidità per modo che il cemento non sia completamente ed assolutamente pulverulento, questi saranno rifiutati ed immediatamente fatti allontanare dal cantiere a totale carico dell'Appaltatore.

Quando i risultati degli esperimenti di prova non siano conformi alle prescrizioni ministeriali, l'intera spedizione sarà rifiutata e fatta immediatamente trasportare fuori dal deposito ed allontanata dal cantiere a spese dell'Impresa.
Il cemento da usarsi sarà quello prescritto dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso il cemento dovrà possedere tutti i requisiti prescritti per l'accettazione degli agglomerati idraulici dalle vigenti norme in materia.

### 50.11 Materiali metallici - Qualità, prescrizioni e prove

I materiali metallici dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, come specificato nelle vigenti normative UNI.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme UNI vigenti.

a) Acciaio per costruzioni in laminati o profilati
   Dovrà essere a grana fine e compatta, senza difetti di lavorazione e rispondere alle prescrizioni di elenco. Dovrà comunque rispettare le norme vigenti per le strutture in c.a. o acciaio e dovrà essere saldabile.

b) Ghisa
   La ghisa della quale saranno costituiti i chiusini, le caditoie e altri manufatti, dovrà essere, tra quelle usate per la costruzione di tali materiali, delle qualità più adatte perchè questi riuniscano alla resistenza, agli urti, le maggiori resistenze alle azioni chimiche dell'acqua e dei terreni.

Dovrà essere esente da scorie e da qualunque sostanza di qualità inferiore. Dovrà avere tutti i requisiti qualitativi stabiliti dalle Norme in vigore.
La fusione dovrà essere fatta in modo che i singoli pezzi non presentino sbavatura o soffiature, sporgenze e scheggiature.

c) Piombo
Sarà di prima qualità. Le impurità saranno tollerate soltanto allo stato di traccia e non dovranno superare l'1%.

## 50.12 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati 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.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosidetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costituirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Nel prezzo dello scavo di sbancamento riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

## 50.13 Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto interno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà provvedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie di appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per una altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra di armare convenientemente, durante i lavori, la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20 previsto nel titolo seguente, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Il legname impiegato a tale scopo, semprechè non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di cm 20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di cm 20.

Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Nel prezzo dello scavo di fondazione riportato nell'elenco prezzi è compreso l'eventuale trasporto a discarica, gli oneri di discarica e l'eventuale trasporto che si dovesse rendere necessario all'interno del cantiere. Tali oneri sono perciò a totale carico dell'appaltatore.

## 50.14 Scavi in sotterraneo

a) Generalità

Prima di dare inizio agli scavi in sotterraneo deve essere assicurato l'intestatura degli attacchi, di norma con fronte in muratura.

Gli scavi in sotterraneo devono essere condotti con tutte le specifiche cautele atte a garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro; in particolare devono essere adottati tutti i provvedimenti atti a segnalare, prevenire ed eliminare i pericoli di frane, crolli, allagamenti, venute d'acqua e di gas.
L'Appaltatore è inoltre tenuto ad attuare i provvedimenti necessari affinchè le opere sottopassate o comunque interessate dagli scavi non abbiano a subire danneggiamenti.

Per gli scavi in sotterraneo, si definisce contorno "A" il contorno della sezione teorica (di scavo) definitiva; tale sezione comprende (ove previsto o riconosciuto) anche il vano del condotto di drenaggio.
Salvo diversa indicazione, le sezioni di scavo in sotterraneo sono sempre rappresentate secondo il loro contorno teorico (contorno "A"):

In presenza di rivestimenti e prerivestimenti, detto contorno coincide con l'estradosso teorico dei rivestimenti e prerivestimenti prescritti tra i quali si intendono compresi i getti proiettati aventi funzione di rivestimento definitivo.

Gli scavi devono essere eseguiti e regolarizzati in modo da osservare il più esattamente possibile il suddetto contorno A, tenuto conto degli spazi occupati e regolarizzati in modo da osservare il più esattamente possibile il suddetto contorno A, tenuto conto degli spazi occupati dalle armature dello scavo e delle tolleranze di rientro per esse ammesse; all'interno del contorno A non sono comunque ammesse rientranze per il terreno, neppure in forma di punte isolate.

Quando necessario devono essere eseguiti al fronte di scavo i sondaggi esplorativi per l'accertamento delle caratteristiche del terreno, delle venute d'acqua, e degli altri elementi che possono avere rilievo per l'avanzamento.
Le operazioni di scavo, se del caso, devono essere eseguite anche in alternanza con i getti di rivestimento.

Quando gli scavi sono eseguito con l'impiego di esplosivi, la distribuzione e profondità dei fori da mina, l'entità delle relative cariche e le modalità di scavo in genere devono essere stabilite in base alle caratteristiche dei terreni, curando di ottenere una sezione finale regolare e conforme ai profili prescritti, evitando con la massima cura il formarsi di fornelli, frane, scoscendimenti e curando di ridurre al minimo possibile il disturbo alla formazione oltre il profilo prescritto.

Per lo scavo di gallerie, rimonte e pozzi devono essere di norma usate tecniche di abbattimento controllato, quali il pre-splitting e lo smooth-blasting.

Subito dopo le volate le pareti dello scavo devono essere disgaggiate con la massima cura sia al fronte di lavoro che a distanza da esso.

Quando nell'esecuzione degli scavi in sotterraneo sia ritenuta possibile la presenza dei gas nocivi o pericolosi, l'Appaltatore deve di sua iniziativa porre immediatamente in atto ogni provvedimento idoneo a garantire la sicurezza e la prosecuzione dei lavori.

### 50.15 Precauzioni per l'uso delle mine

Per le mine, che occorressero nell'esecuzione degli scavi, tanto all'aperto che in galleria, l'Appaltatore deve osservare tutte le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore.

Oltre a ciò, l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso unico responsabile.

Le mine che dovessero praticarsi in vicinanza delle strade e dei luoghi abitati, devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione, i passanti debbono essere fermati da una distanza conveniente in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere o segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che si sia accertato che tutte le persone e gli operai si siano posti al sicuro.

Qualora si ritenesse che gli abitanti in vicinanza dei lavori non si trovassero in condizioni di sufficiente sicurezza contro i pericoli delle mine, saranno fatti sgombrare in tempo utile, o difesi con opportune palizzate o stecconati di riparo, tutto a spese dell'Appaltatore e sempre sotto la sua responsabilità.

### 50.16 Sbadacchiature e armature speciali per gli scavi di fondazioni o a sezione obbligata

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie, e restano a totale carico dell'Appaltatore essendo comprese nel prezzo di elenco per lo scavo.

Per scavi di profondità inferiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con box pesanti costituiti da cassoni autoaffondanti e distanziatori regolabili in acciaio". I cassoni, premontati a bordo scavo, del tipo a ribaltamento oppure a traino, saranno costituiti da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che i distanziatori metallici, dotati di cerniere alle estremità, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo. Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

Per scavi di profondità superiori a 4,50 m, ove necessario, è previsto l'utilizzo di un'armatura speciale tipo "blindaggio con moduli dotati di guide di scorrimento a semplice o a doppio binario da infiggere nel terreno ed atte a ricevere i pannelloni scorrevoli , ad avanzamento scavo". L'armatura perimetrale sarà costituita da un pannellone base e da pannelloni di rialzo. Sia i pannelloni che gli slittoni distanziatori di scorrimento, devono essere adeguati alla natura del terreno ed alla profondità di scavo, tenendo conto anche dell'eventuale presenza d'acqua di falda, dei sottoservizi e degli edifici contigui allo scavo.

Nel prezzo d'elenco, è compreso l'utilizzo di una gru, di escavatori o di ogni altra attrezzatura meccanica o accorgimento necessari per la posa in opera a regola d'arte.

E' prevista la fornitura e posa in opera dei pannelli di polistirolo (spess. 2-3 cm) necessari per permettere l'estrazione dei pannelloni a contatto con il terreno o con il calcestruzzo di riempimento.

La luce libera sul fondo deve essere adeguata alle dimensioni della tubazione o del manufatto in progetto. L'impiego dell'attrezzatura è compensato a mq di parete di scavo effettivamente salvaguardata: i pannelli devono debordare di 30 cm dal piano campagna o dal piano stradale.

L'impresa appaltatrice è tenuta ad utilizzare, in ogni caso, un'armatura adeguata alla profondità di scavo ed alle caratteristiche del terreno.

Ove non espressamente prevista in progetto un'armatura speciale, l'armatura dello scavo è comunque compresa nei prezzi d'elenco riguardanti gli scavi: resta perciò a totale carico dell'impresa eseguire il contenimento del terreno come da normativa vigente.

### 50.17 Norme generali per l'esecuzione dei lavori

Eseguiti gli scavi con le precise dimensioni e livellette che saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori, l'Imprenditore dovrà collocare i necessari capisaldi definitivi per le livellette, i quali saranno verificati e riconosciuti dalla Direzione dei Lavori stessa.

Procederà in seguito alla regolarizzazione e battitura del fosso che dovrà sostenere il manufatto in modo da renderlo perfettamente conforme alla sagoma stabilita ed uniformemente resistente.

Le bocche d'immissione per il servizio pubblico e privato saranno costruite a misura del progredire dei lavori, con le modalità e nei luoghi che saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà, sotto la sua completa responsabilità, prendere tutte le precauzioni che saranno necessario per assicurare l'incolumità del personale addetto ai lavori, nonchè ai passanti ed al transito in genere, ponendo costantemente le barriere ed i debiti segnali, sia nei lavori in trincea, ed avendo apposito personale a guardia di ogni bocca di pozzo.

I segnali di preavviso dovranno essere del tipo regolamentare.

Quando il lavoro debba essere eseguito anche nella stagione invernale, si provvederà pure ad un conveniente ricovero ben riscaldato per la manipolazione delle malte e dei conglomerati, nonchè per il ricovero del personale di guardia e di servizio.

Sempre durante la stagione invernale, le murature di qualsiasi natura ed in modo speciale le gettate in conglomerato cementizio armato o no, dovranno venire accuratamente ricoperte con sacchi di tela, paglia e soprastante tavolame in modo da eliminare assolutamente il pericolo del congelamento delle malte e dei getti, ed in occasione di nevicate, l'Imprenditore dovrà tosto a sue spese togliere la neve dai cumuli di materiali, accumularla e trasportarla in luogo a cui possono avere accesso i mezzi per lo sgombro.

I materiali per la costruzione delle opere murarie dovranno essere trasportati a piè d'opera a mano a mano che occorrono e non sarà concesso accumulare grandi quantità non occorrenti all'impiego immediato che nei casi speciali che la Direzione dei Lavori riterrà opportuno.

Tutti i materiali dovranno essere trasportati a piè d'opera già perfettamente lavati e privi di materie estranee.

I lavori dovranno essere eseguiti in ogni dettaglio a perfetta regola d'arte, in conformità agli ordini ricevuti dalla Direzione dei Lavori, che potrà dare, qualora lo ritenga opportuno, i relativi disegni dei particolari.
La Direzione dei Lavori avrà sempre diritto a far eseguire sondaggi nelle opere in corso ed ultimate e di ordinare la demolizione di quelle parti che fossero trovate difettose.
Tanto i sondaggi quanto le eventuali demolizioni e rifacimenti suddetti saranno a totale carico dell'Impresa.

### 50.18 Malte e conglomerati

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati dovranno corrispondere alle seguenti porzioni:

| | | |
|---|---|---|
| a) | Malta comune | |
| | Calce spenta in pasta | mc 0,45 |
| | Sabbia mc 0,90 | |
| b) | Malta grassa crivellata | |
| | Calce spenta in pasta | mc 0,60 |
| | Sabbia crivellata | mc 0,90 |
| c) | Malta idraulica | |
| | Calce idraulica | ql 4,00 |
| | Sabbia mc 0,90 | |
| d) | Malta cementizia | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 3,00 |
| | Sabbia mc 1,00 | |
| e) | Malta cementizia per intonaci | |
| | Cemento a lenta presa tipo 325 | ql 4,00 |

Sabbia mc 1,00

f) Malta cementizia grassa per la superficie dei pavimenti
Cemento a lenta presa tipo 325 ql 6,00
Sabbia mc 1,00

g) Conglomerato cementizio per murature in elevazione
Cemento a lenta presa tipo 325 ql 2,50
Sabbia mc 0,40
Ghiaia e pietrisco mc 0,80

h) Conglomerato cementizio per strutture armate
Cemento a lenta presa tipo 325 ql 3,00
Sabbia mc 0,40
Ghiaia e pietrisco mc 0,80

La sabbia ed il pietrisco proverranno da idonee cave di fiume.

La dosatura di cemento tipo 325 sarà di kg 300 al metro cubo di miscela asciutta di sabbia e pietrischetto (e ghiaia quando sia ammessa); questa dosatura sarà quella del conglomerato a consistenza normale (di terra appena umida e con circa 120 litri d'acqua al metro cubo) nel caso fosse ammesso (o prescritto) l'uso di impasti plastici o fluidi la dosatura sarà rispettivamente almeno a kg 330 e 360, fermo restando il prezzo contrattuale.

La composizione granulometrica degli inerti soddisferà alle condizioni di cui all'art. 7 delle norme ufficiali (R.D. 16/11/1939 n. 2229) ma potrà essere prescritta la seguente od analoga:

| | |
|---|---|
| Sabbia fine (da 0 a 2 mm) | 25% in peso |
| Sabbia grossa o graniglia (da 2 a 7 mm) | 15% in peso |
| Pietrischetto (da 7 a 15 mm) | 30% in peso |
| Pietrischetto (da 7 a 30 mm) | 30% in peso |

Nella esecuzione delle opere in cemento armato l'Impresa dovrà attenersi strettamente a tutte le norme del D.M. del 30 maggio 1972 e del D.M. 14/1/1966 per l'accettazione dei leganti idraulici, nonchè alla legge n. 1086 del 5/11/1971, e successivi aggiornamenti.

L'Appaltatore dovrà dimensionare, sia come calcolo di progetto sia come calcolo di verifica, a firma di un ingegnere o architetto iscritto all'albo, le strutture che egli dovrà eseguire, in conformità con la progettazione generale dell'opera stessa, a cui bisognerà fare preciso riferimento.

L'Appaltatore dovrà adempiere alle prescrizioni di legge, con la denuncia e consegna degli elaborati al Genio Civile, e dovrà produrre i provini sui materiali ed i loro relativi certificati rilasciati da istituti autorizzati.

L'Appaltatore unitamente al calcolatore, si assumono la piena responsabilità statica delle opere e la loro esecuzione secondo i criteri di sicurezza indicati dalla normativa vigente.

Tutti i calcoli ed i disegni esecutivi dovranno essere prodotti e consegnati alla Stazione Appaltante in duplice copia, entro i termini richiesti dalla medesima ovvero dalla Direzione Lavori.

Gli impasti dovranno essere eseguiti con betoniera, costipati dopo il getto con utensili pneumatici con vibrazione (da effettuarsi sulla massa del getto e contro le casseforme le quali dovranno avere la necessaria robustezza) e sono tollerati gli impasti e costipamenti a mano solo per i piccoli quantitativi o strutture poco importanti purché eseguiti con speciale accortezza.

Per il calcestruzzo per c.a. ad alta resistenza, si impiegherà cemento di tipo 425 dosato a kg 350 per mc, eventualmente da aumentarsi allo scopo di garantire una resistenza cubica a 28 giorni di kg 300 cmq; è vietato l'impiego di ghiaia; il pietrischetto da impiegarsi dovrà offrire una resistenza a compressione su provini saturi di acqua non inferiore a 800 kg a cmq.

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato a uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta a volta e per quanto possibile in vicinanza 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 potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

### 50.19 Murature in genere

Nella costruzione delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, la costruzione di voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:
- il passaggio dei tubi delle pluviali, dell'acqua potabile, canne da stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, immondizie etc.;
- le condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, inferriate, ringhiere, davanzali etc.

Quanto detto in modo che non vi sia bisogno di scalpellare i muri già costruiti per praticarvi i fori suddetti.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di essi, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari allineati, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto coi muri da costruirsi in tempo successivo saranno lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei mesi di gelo, nei quali la temperatura si mantenga per molte ore al di sotto di zero gradi centigradi.
Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purchè, al distacco del lavoro, vengano adottati i provvedimenti di uso comune per difendere le murature dal gelo notturno.

Le fasce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate per almeno 15 giorni dalla loro ultimazione ed anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

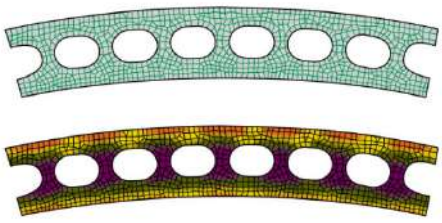
Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine, quelle di ciascuna delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio.

La Direzione potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato di asfalto naturale, dell'altezza in ogni punto di almeno cm 2.
La muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.
Dovranno eseguirsi ad ogni piano, su tutti i muri portanti, cordoli di calcestruzzo cementizio armato secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

## 50.20 Tubi circolari in P.V.C.

Per la fognatura a gravità è stata prevista la posa di tubazioni di PVC-U (polivinilcloruro rigido non plastificato) secondo prEN13476 a parete strutturata Tipo A1 (superfici interna ed esterna lisce e parete a cavità longitudinali) per uso scarico fognario civile, agricolo e industriale.



Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati, consta di una mescola speciale (formulazione) a base di PVC con caratteristiche e prestazioni elevate tali da consentire l'estrusione dello speciale profilo a cavità longitudinali. La particolare formulazione della mescola inoltre deve garantire le caratteristiche della struttura e la funzionalità dei tubi nel corso dell'intera vita dell'opera.

I tubi in PVC-U a parete strutturata sono costruiti per estrusione di un profilo tubolare con parete a fori disposti in posizione longitudinale, e di forma geometrica tale da garantire la rigidità anulare richiesta in conformità alla norma prEN 13476-1, con codice di applicazione "U" (interrati all'esterno della struttura dell'edificio).
Si riporta nella figura a lato una sezione trasversale di tubazione a riposo e deformata sotto sforzo. Quota di parete soggetta a sollecitazione (colori caldi) e quota non soggetta a sforzo (colori freddi).

Il sistema di giunzione deve essere a bicchiere e guarnizione di tenuta in elastomero conforme a UNI EN 681/1, del tipo a labbro e ghiera interna in polipropilene posta nel

bicchiere direttamente in fabbrica, in modo che risulti solidale col bicchiere e inamovibile.

La classe di rigidità, prevista nella normativa di riferimento, è la seguente:
SN= Stifness Nominal (Rigidità nominale anulare SN verificata secondo UNI EN ISO 9969) > 16 KN/ $m^2$

La scelta del PVC-U è dovuta a:
- facilità di eseguire allacciamenti sia in corso di costruzione della condotta che in tempi successivi;
- buona resistenza ed inattaccabilità dalla maggior parte degli agenti chimici e dai microorganismi, con limitatissima formazione di flora batterica;
- insensibilità alle correnti vaganti, grazie alle elevate caratteristiche dielettriche;
- buone capacità di portata, grazie al basso coefficiente di scabrezza;
- elasticità e flessibilità che consentono una discreta adattabilità alla configurazione del terreno, in caso di assestamenti e smottamenti;
- larga disponibilità di pezzi accessori per gli allacciamenti e manutenzione irrilevante;
- buon comportamento alle azioni esterne ed ottima tenuta dei giunti;
- leggerezza, con conseguente facilità di trasporto e posa senza l'ausilio di mezzi meccanici particolari;
- atossicità: in conformità alla vigente legislazione sanitaria (Circolare n° 102 del 2-12-1978 del Ministero della Sanità) e scarsa infiammabilità (materiale autoestinguente).

Le tubazioni sono conformi alle seguenti caratteristiche tecniche e normative:

| | |
|---|---|
| SN - Rigidità anulare Nominale (kN/m²) | 16 |
| Codice di applicazione | U |
| Pc - pressione di collaudo in cantiere (UNI EN 1610) (bar) | 0,5 |
| Normative di prodotto | EN 13476 |
| Normativa di riferimento per la posa | ENV 1046 |
| Normativa di riferimento per il collaudo in cantiere | UNI-EN 1610 |

**Caratteristiche chimico-fisiche**

| Caratteristiche | Unità | Valore | Metodi |
|---|---|---|---|
| Contenuto di resina PVC | % | 80 | UNI-EN 1905 |
| Tensioni longitudinali | % | ≤ 5 | UNI-EN 743 |
| Temperatura di rammollimento (Vicat) | °C | > 80 | UNI-EN ISO 727 |
| Grado di gelificazione | - | senza sfaldature | UNI-EN 580 |
| Peso specifico | gr/cm3 | 1,39÷1,45 | UNI EN ISO 1183 |
| Durezza Shore D | - | 80÷84 | ASTM D676 |
| Coefficiente di dilatazione termica lineare | mm/m°C | ~ 0,07 | UNI 6061/67 |
| Conducibilità termica | kcal/h m°C | ~ 0,13 | DIN 526/2 |
| Calore specifico | kcal/kg°C | ~ 0,24 | - |
| Resistività elettrica | Ohm cm | > 1012 | UNI 4288 |
| VCM contenuto | ppm | < 1 | UNI EN ISO 6401 |
| Opacità | % | ≤ 2 | UNI-EN ISO 7686 |

Caratteristiche meccaniche

| Caratteristiche | Unità | Valore | Metodi |
|---|---|---|---|
| Rigidità anulare | KN/m2 | > valore nominale | UNI-EN ISO 9969 |
| Resistenza all'urto | % | ≤ 10 | UNI-EN 744 |
| Flessibilità anulare | Flessione 30% | senza difetti o delaminazioni della parete | UNI-EN 1446 |
| Resistenza alla pressione interna, in forma di tubo a parete compatta (caratteristica del materiale) 1.000 h a 60°C ð 10,0 MPa | ore | > 1.000 | UNI-EN ISO 1167 |
| Tenuta idraulica dei giunti alla pressione interna | ore | > 1 | UNI-EN ISO 1167 |
| Carico di snervamento | MPa | ≥ 48 | UNI-EN ISO 6259 |
| Allungamento allo snervamento | % | ≤ 10 | UNI-EN ISO 6259 |
| Modulo elastico | MPa | ≈ 3.500 | UNI-EN ISO 6259 |

Dimensioni

| Diametro nominale esterno dn | | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 710 | 800 | 900 | 1.000 | 1.200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SN 16 | e = altezza della struttura | 8,0 | 10,0 | 12,5 | 16,0 | 19,0 | 23,4 | 27,5 | 29,5 | - | - | - |
| | di = diametro interno | 184,0 | 230,0 | 290,0 | 368,0 | 462,0 | 583,2 | 655,0 | 741,0 | - | - | - |
| | EL = lunghezza bicchiere | 133 | 168 | 223 | 225 | 228 | 288 | 315 | 350 | - | - | - |

Le tubazioni devono essere fornite in barre, di lunghezze 3-6 metri (6 m in condizioni di posa standard, 3 m se interferenti con allacci trasversali), escluso il bicchiere, con una tolleranza di ±1%.

*Marcatura*

La marcatura dei tubi, deve riportare le seguenti indicazioni:

- riferimento normativo (EN 13476-1);
- nome del prodotto/produttore
- marchio di qualità (certificazione di conformità di prodotto)
- dimensioni DN/OD;
- classe di rigidità (SN4, oppure SN8, oppure SN16);
- materiale (PVC-U);
- codice d'applicazione d'area (secondo UNI EN 1401);
- data (o codice) di produzione

## 50.21 Tubi circolari in polipropilene ad alto modulo (PP HM)

Tubo di a norma UNI EN 13476-2 per condotte di scarico interrate non in pressione, con **profilo di parete strutturato a tre strati**, con superficie piana internamente ed esternamente (tipo A2), con **rigidità anulare SN16** (EN ISO 9969) e flessibilità anulare RF30 (EN 1446). Sistema di giunzione (tubo più bicchiere o manicotto) interamente conforme alla norma EN 13476-2, testato secondo metodo EN 1277. Giunzione dotata di due sedi di alloggiamento guarnizioni, fra le quali è posizionato un apparato di collaudo idoneo all'insufflaggio di aria fra le due guarnizioni elastomeriche di tenuta in EPDM, conformi alla norma UNI EN 681-1 e dotate di anello rigido antiribaltamento. Le barre dovranno essere dotate di marcatura sulla superficie esterna conforme a tutti i requisiti della norma di riferimento.

Le barre dovranno essere dotate di marcatura sulla superficie esterna conforme a tutti i requisiti previsti dalla norma di riferimento e di apposito sistema di giunzione con **doppio anello di tenuta**, fra i quali è posizionato un apparato di collaudo idoneo all'insufflaggio di aria fra le rispettive **guarnizioni elastomeriche di tenuta in**

**EPDM**, realizzate in conformità alla norma UNI EN 681-1 e dotate di **anello antiribaltamento**, posizionate nelle apposite sedi di alloggiamento presenti nel bicchiere o manicotto. T
Tale tubazione consente di avere una doppia garanzia dal punto di vista della capacità di assorbimento dei carichi puntuali (doppia parete interna/esterna con terza parete strutturata nell'intercapedine) ed una doppia sicurezza dal punto di vista della tenuta idraulica (doppia guarnizione in EPDM preinstallata).

Il sistema di collaudo (valvola di prova si ogni manicotto), preinstallato, consente di verificare in cantiere, con una semplice pompetta con manometro (FASE 1), il mantenimento della pressione interna pari ad 0,5 bar (per la prova rapida, della durata di 1 minuto, la pressione di collaudo pari ad 0,5 bar non dovrà ridursi in modo visibile – perdita massima 2 % - FASE 2); a fine prova, il distacco della pompetta dovrà provocare una repentina fuoriuscita dell'aria. La prova si concluderà con la chiusura meccanica del tappino della valvola (FASE 3).
Il sistema di collaudo sopra descritto è aggiuntivo rispetto a quelli necessari a norma di legge.

La parete interna (a contatto con le acque) e quella più esterna (a contatto con gli inerti di contorno) sono lisce, mentre quella intermedia è di forma strutturata per elevare la rigidità circonferenziale della tubazione con impiego di ridotta quantità di materiale.

## AFFIDABILITA' DELLE GIUNZIONI

L'affidabilità di tenuta delle giunzioni costituisce probabilmente il principale elemento di valore per i gestori delle reti di scarico, con riflessi economici di rilevante importanza durante tutta la vite utile dell'opera.

La facilità e velocità di esecuzione delle giunzioni, insieme alla loro sicurezza di tenuta, consentono di realizzare sistemi stagni che consentono di:

- evitare **perdite durante il trasporto** (*rispetto dell'ambiente*)
- evitare **inclusioni delle acque di falda dall'esterno verso l'interno** delle condotte.)

Per perseguire tali obiettivi prestazionali, le tubazioni in progetto sono provviste di sistema di giunzione avente le seguenti principali caratteristiche:

- bicchiere (standard) e manicotto di lunghezze sensibilmente maggiorate rispetto ai minimi previsti dalla norma EN 13476-2
- doppia guarnizione di tenuta
- sistema antiribaltamento durante l'infilaggio su ciascuna guarnizione
- sistema di precollaudo di tenuta di tutti i collegamenti in cantiere (tubo-tubo, tubo-pezzo speciale, tubo-pozzetto, pozzetto-pezzi speciali) tramite insuflaggio manuale di aria in pressione fra le due guarnizioni.

La lunghezza utile (A) della parte di bicchiere che ospita la parte maschio dell'elemento collegato, è dimensionata per soddisfare la capacità di assorbimento di dilatazione termica lineare di 50°C (da -10°C a + 40°C) di una barra di tubazione in PP lunga 6 m, per applicazioni non interrate, come ad esempio negli staffaggi sotto ponti e viadotti, dove generalmente si fa utilizzo di una sola guarnizione (quella più distante dalla battuta interna del bicchiere o manicotto).

Tale lunghezza maggiorata costituisce un ulteriore elemento di sicurezza di tenuta anche nelle pose interrate, poiché il punto di giunzione risulterà maggiormente allineato, soprattutto nei casi dove l'installatore esercita forza per piegare la condotta al fine di fargli eseguire una curva a largo raggio.

A tale migliore allineamento contribuiscono le 2 guarnizioni, che a distanza incernierano e "centrano" la parte maschio.

Durante la composizione delle giunzioni in cantiere, il maschio viene spinto all'interno del bicchiere (o manicotto) provocando attrito contro le guarnizioni.
Ciò può essere causa della fuoriuscita delle guarnizioni dalla loro sede, come varie esperienze di cantiere su altri materiali dimostrano, inficiandone la capacità di tenuta.
Per aumentare l'affidabilità delle giunzioni fornite nelle tubazioni polipropilene ad alto modulo (PP HM) triplo strato ed evitare l'insorgenza di tale tipo di problematica, sono presenti dei profili anulari rigidi a sezione rettangolare dentro a ciascuna guarnizione (detti "anelli antiribaltamento"), in modo da evitare la possibilità di fuoriuscita per ribaltamento e compressione delle guarnizioni dalle loro sedi.

Inoltre consente di poter testare in cantiere la tenuta di ciascuna singola giunzione componente il sistema mediante insufflaggio di aria in pressione (0,5 bar) fra le due guarnizioni, grazie alla apposita predisposizione con valvola.

Con le presenti tubazioni si possono quindi precollaudare tutti i singoli punti di giunzione prima della esecuzione del collaudo ufficiale finale, che di norma viene svolto su un tratto di rete esteso coinvolgente un pozzetto e più giunzioni (in genere tratti da 50 m).

Ciò costituisce un ulteriore elemento di garanzia dell'**efficienza di rete** e di **qualità di posa** per il gestore della rete, non di meno una garanzia di "*corretto lavoro*" per l'installatore che, velocissimamente e senza spese, può garantirsi di non dover sostenere ulteriori oneri dovendo intervenire a posteriori riscavando e svolgendo un nuovo rifacimento del rinfianco, del riempimento e della sede stradale per ripristinare il corretto funzionamento, ove questo non fosse stato riscontrato.

La semplicità, la velocità e l'assenza di costi che caratterizza il sistema di prova di tenuta delle singole giunzioni è particolarmente gradita a Progettisti, Installatori e Collaudatori per prevenire eventuali difetti, nonché ai gestori di rete per le ripercussioni positive nel tempo di cui potranno godere.

La norma di riferimento per la costruzione e il collaudo di tale condotta è la EN 13476-2:

"Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Structured-wall piping systems of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), polypropylene (PP) and polyethylene (PE) - Part 2: Specifications for pipes and fittings with smooth internal and external surface and the system, Type A"
Sistemi di tubazioni plastiche per drenaggio e fognatura non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di polivinilcloruro (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) – Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superfici interne ed esterne lisce e per il sistema, Tipo A.

Per “Tipo A” la norma intende le tubazioni con profilo di parete strutturato liscio internamente ed esternamente.
Le tubazioni di tipo A vengono a loro volta designate come segue:

- A1: tubazioni con struttura mediana (inclusa fra le due pareti lisce) con sezioni cave assiali, o da materiale schiumato o non schiumato
- A2: tubazioni con struttura mediana con sezioni cave a spirale o radiali

Le tubazioni di tipo corrugato invece, che NON sono lisce esternamente, vengono normate nella EN 13476-3.

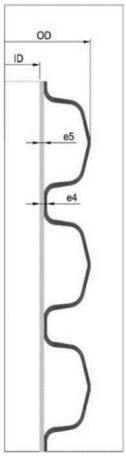
## 50.22 Tubazioni in polietilene ad alta densità con doppia guarnizione a labbro in EPDM.

Tubo corrugato in polietilene ad alta densità di nuova concezione coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore blu con linea longitudinale bianca, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotto in conformità alla norma EN 13476-3 tipo B e certificato da PIIP Istituto Italiano dei Plastici, con classe di rigidità pari a SN 16 kN/m$^2$, in barre di LUNGHEZZA UTILE pari a m 6 o 3, con giunzione mediante manicotto o bicchiere in PEAD di colore blu e due guarnizioni a labbro in EPDM.

Il tubo deve essere prodotto da azienda certificata ISO 9001 e ISO 14001 e ISO 45001 e deve avere le seguenti caratteristiche:
− Classe di rigidezza circonferenziale rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969
− SPESSORE parete dello strato interno (e5) > 1,5 * e5,min definito dalla normativa EN 13476-3
− TENUTA IDRAULICA del sistema di giunzione in linea con due guarnizioni certificata da relativo report emesso da IIP a 1,5 bar in pressione e 0,5 bar in depressione per 15 minuti secondo la norma EN 13476-3
− Marcatura secondo norma contenente: nome commerciale, marchio di prodotto e riferimento normativo, diametro nominale (DN), classe di rigidità, materiale, tipo profilo, codice d’applicazione d’area, giorno/mese/anno/ora/minuti di produzione, numero Test Report IIP

OD DE

| NOMINAL DIAMETER OD *DIAMETRO NOMINALE DE* | MINIMUM INSIDE DIAMETER *DIAMETRO INTERNO MINIMO* | OUTSIDE DIAMETER *DIAMETRO ESTERNO* | MINIMUM WALL THICKNESS $e_5$ *SPESSORE MINIMO DI PARETE $e_5$* | MINIMUM WELDED THICKNESS $e_4$ *SPESSORE MINIMO DI SALDATURA $e_4$* |
|---|---|---|---|---|
| (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) |
| 160 | 135 | 160 (-0.9/+0.5) | 1.5 | 1.2 |
| 200 | 170 | 200 (-1.2/+0.6) | 1.6 | 1.4 |
| 250 | 214 | 250 (-1.5/+0.8) | 2.1 | 1.7 |
| 315 | 268 | 315 (-1.8/+1) | 2.4 | 1.9 |
| 400 | 339 | 400 (-2.4/+1.2) | 3.0 | 2.3 |
| 500 | 422 | 500 (-3/+1.5) | 4.2 | 2.8 |
| 630 | 530 | 630 (-3.7/+1.9) | 4.9 | 3.3 |
| 800* | 683 | 800 (-4.8/+2.4) | 6.1 | 4.1 |



## 50.23 Tubazioni in polietilene ad alta densità

Dovranno essere conformi alle norme UNI 7611/86 e 7615/76 e marchiate I.I.P; dovranno essere rispondenti alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministero della Sanità ed in particolare dovrà essere rispettato quanto disposto dalla circolare n. 102 del 02.12.78.

**PE 100 MRS 10,0 sigma 80**

Tubazioni per condotte di acqua potabile e liquidi alimentari in pressione, conformi al pr EN 12201-2, certificate dall'Istituto Italiano dei Plastici (IIP).

| SDR | 27.6 | | 17 | | 11 | | 9 | | 7.4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diametro esterno | PN = 6 | | PN = 10 | | PN = 16 | | PN = 20 | | PN = 25 | |
| | Spess. | Peso | Spess. | Peso | Spess. | Peso | Spess. | Peso | Spess. | Peso |
| mm | mm | kg/m | mm | kg/m | mm | kg/m | mm | kg/m | mm | kg/m |
| 50 | 2.0 | 0.31 | -- | -- | 4.6 | 0.67 | 5.6 | 0.79 | 6.9 | 0.94 |
| 63 | 2.3 | 0.46 | -- | -- | 5.8 | 1.06 | 7.1 | 1.26 | 8.6 | 1.48 |
| 75 | 2.8 | 0.65 | -- | -- | 6.8 | 1.47 | 8.4 | 1.78 | 10.3 | 2.11 |
| 90 | 3.3 | 0.93 | -- | -- | 8.2 | 2.14 | 10.1 | 2.56 | 12.3 | 3.03 |
| 110 | 4.0 | 1.36 | 6.6 | 2.34 | 10.0 | 3.18 | 12.3 | 3.81 | 15.1 | 4.53 |
| 125 | 4.6 | 1.78 | 7.4 | 2.79 | 11.4 | 4.11 | 14.0 | 4.93 | 17.1 | 5.83 |
| 140 | 5.1 | 2.21 | 8.3 | 3.51 | 12.7 | 5.12 | 15.7 | 6.17 | 19.2 | 7.33 |
| 160 | 5.8 | 2.86 | 9.5 | 4.57 | 14.6 | 6.73 | 17.9 | 8.04 | 21.9 | 9.54 |
| 180 | 6.6 | 3.66 | 10.7 | 5.76 | 16.4 | 8.50 | 20.1 | 10.17 | 24.6 | 12.06 |
| 200 | 7.3 | 4.50 | 11.9 | 7.10 | 18.2 | 10.48 | 22.4 | 12.57 | 27.4 | 14.92 |
| 225 | 8.2 | 5.68 | 13.4 | 9.01 | 20.5 | 13.27 | 25.2 | 15.86 | 30.8 | 17.62 |
| 250 | 9.1 | 7.00 | 14.8 | 11.04 | 22.7 | 16.32 | 27.9 | 19.56 | 34.2 | 23.25 |
| 280 | 10.2 | 8.78 | 16.6 | 13.86 | 25.4 | 20.46 | 31.3 | 24.53 | 38.3 | 29.19 |
| 315 | 11.4 | 11.02 | 18.7 | 17.57 | 28.6 | 25.90 | 35.2 | 30.96 | 43.1 | 36.94 |
| 355 | 12.9 | 14.02 | 21.1 | 22.35 | 32.2 | 32.92 | 39.7 | 39.34 | 48.5 | 46.83 |
| 400 | 14.5 | 17.77 | 23.7 | 28.25 | 36.3 | 41.79 | 44.7 | 49.92 | -- | -- |
| 450 | 16.3 | 22.48 | 26.7 | 35.80 | 40.9 | 52.86 | -- | -- | -- | -- |
| 500 | 18.1 | 27.73 | 29.7 | 44.10 | 45.4 | 65.28 | -- | -- | -- | -- |
| 560 | 20.3 | 34.80 | 33.2 | 55.11 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 630 | 22.8 | 43.91 | 37.4 | 69.68 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 710 | 25.7 | 55.77 | 42.1 | 88.39 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 800 | 29.0 | 70.86 | 47.4 | 112.28 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 900 | 32.6 | 89.65 | 53.3 | 141.99 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1000 | 36.2 | 110.64 | 58.9 | 175.33 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |

Barre da m 6/12

Rotoli: PN 16-25

*De50-De75* L= 100 m
*De75- De110* L= 50 m

SDR= rapporto tra il diametro esterno del tubo e lo spessore di parete

Le tubazioni previste in progetto sono del tipo PE 100.
L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e sarà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello stesso scavo, costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima del rinterro.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo le modalità che seguono.

50.23.1 Giunzioni per saldatura

Dovranno essere sempre eseguite da personale qualificato, con apparecchiature idonee ed in ambiente atmosferico tranquillo.

**Saldature testa a testa**

Usate nelle giunzioni fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo quando quest'ultimo è predisposto in tal senso.

Prima di effettuare le operazioni inerenti alla saldatura, occorrerà fare in modo che tutte le generatrici del tubo siano alla medesima temperatura.

Per una perfetta saldatura il P.E.a.d. richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento 473 K ± 10 K;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra.

**Giunzioni elettrosaldabili**

Eseguite riscaldando elettricamente il bicchiere in P.E.a.d. nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; tali giunzioni sono consigliabili quando si devono unire due estremità di tubo che non possano essere rimosse dalla loro posizione.

**Giunzioni mediante serraggio meccanico**

Possono essere utilizzate mediante i seguenti sistemi:

- **Giunti metallici**.

  Esistono diversi tipi di giunti metallici a compressione i quali non effettuano il graffaggio del tubo sull'esterno (es. giunti GIBAULT) e quindi necessitano di una boccola interna.

  Nel caso che il graffaggio sia effettuato sull'esterno del tubo non è indispensabile tale boccola.

- **Raccordi di materia plastica**.

  Sono usati vari tipi di raccordi a compressione di materia plastica, nei quali la giunzione è effettuata con l'uso di un sistema di graffaggio sull'esterno del tubo.

**Giunzioni per flangiatura**

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in P.E.a.d..

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa.

Le flange saranno quindi collegate con bulloni o tiranti in acciaio inox di lunghezza appropriata.

A collegamento avvenuto flange e bulloni saranno convenientemente protetti contro la corrosione.

**Collegamento fra tubi in P.E.a.d. e tubazioni di altro materiale**

Il collegamento fra tubi in P.E.a.d. in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (grès, acciaio zincato, cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico a mezzo flange o con collari a saldare predisposti su tubo.

In questi casi, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento avverrà entro pozzetto di ispezione.

Nella realizzazione delle giunzioni dovrà essere garantita la perfetta tenuta non solo al momento della posa, ma anche con le massime sollecitazioni ipotizzabili (assestamenti, variazioni termiche, passaggio d'automezzi pesanti ecc.).

50.23.2 Tubi in polietilene flessibili, in rotoli od in barre per il passaggio di cavi in genere

Dovranno essere corrugati all'esterno e lisci all'interno, provvisti di sondino tirafilo metallico; i diametri saranno quelli previsti in progetto.
Le caratteristiche tecniche degli elementi in rotolo, dovranno essere le seguenti:
- resistenza all'urto con temperatura fino a 248 K: NFC 68-171;
- resistenza alla foratura con temperatura fino a 258 K: NFC 68-171;
- resistenza allo schiacciamento inferiore al 10% del diametro per 750 N di carico esercitato per dieci minuti: NFC 68-171;
- la flessibilità dovrà consentire l'esecuzione di curve con raggio pari a 15 volte il diametro del tubo.

I tubi saranno provvisti di manicotti di giunzione di appropriato diametro.
Gli elementi in barre, oltre ad avere le caratteristiche della tubazione in rotoli, dovranno rispettare le seguenti ulteriori caratteristiche:
- in assenza di giunto:
  . resistenza alla sconnessione superiore a 50 N: NFC 68-171;
- in presenza di giunto a tenuta stagna:
  . resistenza alla pressione interna $\geq$ 5 MPa: NFC 68-171;
  . resistenza alla sconnessione $\geq$ 100 N: NFC 68-171.

Gli elementi di giunzione saranno a bicchiere, suriniettati, traslucidi ed al fine di garantire la tenuta stagna del giunto, saranno dotati di guarnizione.
Le tubazioni, sia in barre che in rotoli, prima del ripristino del materiale scavato, saranno coperte da uno strato di protezione in conglomerato cementizio di tipo III avente classe di resistenza $\geq$ 25 MPa per uno spessore minimo di 10 cm.

Per il passaggio dei cavi dell'energia elettrica e/o telefonia, il tubo dovrà inoltre rispondere alle normative CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, di colore blu (RAL 5002).

## 50.24 Tubazioni in cls ed in cemento armato

A) Tubazioni in cemento armato turbocentrifugato a compressione radiale con giunto a bicchiere

Le tubazioni in cemento armato turbocentrifugato dovranno essere costruite con calcestruzzo di cemento Portland 325 dosato con almeno 3,5 quintali per ogni metro cubo di inerte ed attivato con ceneri volanti nella misura del 20÷25% del peso del cemento, oppure con cemento d'alto forno R 425 con dosaggio minimo di 350 kg/m$^3$.

- L'armatura sarà eseguita con tondini di acciaio disposti a spirale continua e saldati, senza apporto di materiale, ai ferri longitudinali, anch'essi di tondino per c.a.
  Il passo della spirale ed il diametro del tondino (armatura ad alta resistenza) dovranno essere tali da assicurare le resistenze allo schiacciamento di progetto.
- I giunti delle tubazioni saranno a bicchiere, conformati secondo i disegni di progetto.
- Le guarnizioni saranno di gomma neoprene della durezza di 45/50 Shore, e dovranno garantire la perfetta tenuta nonchè la funzionalità d'esercizio delle condotte.
- La lunghezza dei singoli tubi sarà compresa tra m 2,50 e 4,00.
- Le tubazioni di sezione circolare, senza piano di posa, dovranno essere ben stagionate, levigate e perfettamente rettilinee, a sezione interna ed esterna esattamente circolare, di spessore uniforme a scevre da screpolature, e dovranno essere conformi alle norme DIN 4032, DIN 4035 ed al Decreto Ministeriale 12.12.1985.
- Se richieste, e su giudizio insindacabile della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione dei condotti, e delle resine impiegate, redatte da istituti di ricerca autorizzati a tale scopo.

PRESCRIZIONI TECNICHE PER I TUBI DI CEMENTO ARMATO

I tubi di cemento armato dovranno rispondere in tutto alle seguenti tassative disposizioni:

- per potersi definire "armato" il tubo turbocentrifugato con anello di acciaio deve avere serie di ferri disposti come segue:
  a) anelli saldati a spirale continua a passo costante;
  b) elementi longitudinali lungo le generatrici, lunghi quanto il tubo, disposti ad intervalli regolari.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

a) Processo di fabbricazione dei tubi

I tubi devono essere fabbricati con il metodo della compressione radiale in officine o cantieri debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti di tutti i manufatti prodotti; a tal fine tutte le operazioni che compongono il processo di fabbricazione, dovranno essere ripetute secondo uno schema prestabilito e ben precisato. La stagionatura potrà avvenire entro vasche d'acqua oppure, sistemando i tubi in posizione verticale, con continua aspersione d'acqua. La durata della immersione o della aspersione non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7 giorni.

E' ammessa la maturazione a vapore, purchè l'impianto sia attrezzato in modo tale da consentire la ripetizione di ciascun ciclo di maturazione secondo una curva predeterminata; anche per i tubi maturati a vapore si deve poi praticare la stagionatura di cui al punto precedente.

b) Inerti, cemento, acqua

Gli inerti devono essere tali da assicurare la migliore resistenza contro possibili corrosioni chimiche e meccaniche da parte delle acque convogliate.

Gli inerti dovranno essere perfettamente lavati, di granulometria assortita, ottenuta tramite miscela di almeno 3 inerti con granulometrie complementari (ad esempio da 0 a 3 mm, da 3 a 7 mm, oltre i 7 mm), con l'avvertenza che la dimensione massima non sarà mai superiore a 1/4 dello spessore del tubo e comunque non maggiore di 25 mm.
La composizione granulometrica, oltrechè legata al processo di fabbricazione, dovrà essere tale da consentire la massima compattezza del getto.

L'acqua dovrà essere limpida, non contenere acidi o basi in percentuale dannosa, e dosata in modo da ottenere un impasto con un rapporto acqua/cemento non superiore a 0,37.

c) Armature metalliche

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da ferri tondi avvolti a spirale e collegati longitudinalmente da tondi in numero e diametro sufficiente per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

- I numero dei ferri longitudinali, il diametro ed il passo della spirale saranno definiti dai calcoli statici in funzione dei carichi e delle sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire.
- I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm. Sulla posizione di armatura è ammessa una tolleranza di circa 0,5 cm, purchè sia sempre assicurato il copriferro minimo di 3 cm.

- Il ferro da impiegarsi per la formazione delle armature deve essere conforme alle vigenti norme per l'esecuzione delle opere di cemento armato e sottoposto alle prove di qualità previste dalle norme stesse. In ogni caso il passo della spirale non sarà superiore a 120 mm , la distanza tra le generatrici non dovrà superare 2 volte lo spessore del tubo

d) Impasti, lavorazione, requisiti del calcestruzzo

- Gli ingredienti degli impasti dovranno essere misurati con precisione, il cemento sarà misurato a peso, per gli inerti preferibilmente in peso, l'acqua in peso od in volume, le ceneri volanti in peso.
- il rapporto acqua/cemento dovrà essere oggetto di controllo con le modalità più indicate per il procedimento di fabbricazione impiegato, tenendo conto anche dell'umidità degli inerti.
- La qualità del conglomerato si dovrà controllare con frequenza non minore di una serie di prove ogni sette giorni.
  Per ogni serie di prove verranno confezionati 4 provini cubici di spigolo cm 15. I provini verranno confezionati con stesso impasto dei tubi, curando di riprodurre in essi lo stesso rapporto acqua/cemento ottenuto nei manufatti e stagionati in vasca d'acqua termostata a 20°C + 2°C.
  I cubi verranno rotti a schiacciamento.
  Le prove di rottura verranno eseguite dopo 7 e 28 giorni di stagionatura.
  Sono prescritti i seguenti limiti per le resistenze in kg/cmq, determinate con media dei tre risultati migliori.
  Resistenza unitaria a compressione dopo 7 giorni = 275 kg/cmq
  Resistenza unitaria a compressione dopo 28 giorni = 400 kg/cmq
  L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8 % in massa .

e) Giunti

Il disegno del giunto e le dimensioni saranno quelle previste nei disegni di progetto. L'anello di tenuta, in gomma neoprene, dovrà avere una durezza Shore 45/50; il suo tasso di compressione, tenuto conto delle massime possibili tolleranze delle superfici nei due sensi, e della massima possibile eccentricità di posa tra i tubi adiacenti, resterà compreso tra il 30% ed il 70%.
L'elastomero costituente la guarnizione deve essere ad alta resistenza chimica , anti-invecchiante , del tipo a struttura piena (non cellulare). In ogni caso deve essere conforme alle specifiche di cui alle norme ASTM C 443 oppure DIN 4060 oppure UNI 4920 o equivalenti

<u>COLLAUDI</u>

Le prove di tenuta nello stabilimento di produzione dovranno essere eseguite su due tubi accoppiati. Detta attrezzatura (prova-giunti) deve assicurare la prova del giunto mediante il riempimento graduale con acqua e l'eliminazione dell'aria. A riempimento avvenuto verrà gradualmente elevata la pressione sino ad un valore pari a 5 metri di colonna d'acqua misurata all'asse dei tubi e mantenuta per 5'. Non ci devono essere perdite né gocciolamenti evidenti. Non è considerata perdita l'apparizione di macchie d'umidità sulla superficie esterna purchè in ogni singolo tubo l'estensione della superficie umida non superi il 20% della superficie totale esterna. Durante tutta la durata della prova è comunque ammessa una perdita pari a 0.1 litri/mq di superficie bagnata .

Le prove di collaudo a schiacciamento verranno eseguite nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo del committente. L'Impresa dovrà perciò disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497.

Solo in casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni verranno scelti dal committente tra quelli già forniti a piè d'opera.

Essi dovranno essere dati gratuitamente, fino ad un massimo di tre per lotto di diverso diametro.

Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali, si ripeterà la prova su un numero doppio di tubi.

Le prove di collaudo, oltre che nella verifica delle dimensioni, consisteranno in:

a) Prova idraulica

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, il tronco di condotta eseguito dovrà essere sottoposto a prova idraulica, secondo quanto previsto nel Decreto 12.12.1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni".

b) Prove di rottura a schiacciamento

La prova dovrà essere eseguita su un tubo intero, secondo le modalità indicate nelle norme DIN 4032, DIN 4035 o ASTM C497.

La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi:

1) carico di fessurazione
2) carico di rottura

Il carico di fessurazione è quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura è quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più in grado di sopportare un ulteriore carico.

Il carico di fessurazione e di rottura non dovranno risultare inferiori ai limiti espressi in kg per metro lineare di tubo:

- fino al diametro nominale di 1600 mm (compreso)
  - 100 kN/m$^2$ al limite di fessurazione
  - 140 kN/m$^2$ al limite di collasso
- per i diametri nominali da 1800 mm a 2200 mm (compresi)
  - 80 kN/m$^2$ al limite di fessurazione
  - 125 kN/m$^2$ al limite di collasso
- per i diametri nominali superiori a 2500 mm (compreso)
  - 70 kN/m$^2$ al limite di fessurazione

100 kN/m$^2$ al limite di collasso

La prova deve essere eseguita con il metodo dell'appoggio su tre generatrici, con un dispositivo tale da garantire l'uniforme distribuzione del carico; il carico deve essere applicato con un incremento dell'ordine di grandezza del 10% del carico totale per un minuto primo e deve essere mantenuto per il tempo strettamente necessario per compiere le osservazioni volute.

L'appoggio inferiore del provino dovrà essere costituito da due travetti in legno con le facce verticali interne arrotondate con raggio di circa 10 mm nello spigolo superiore; i travetti dovranno essere diritti e saldamente fissati ad una base rigida.

La distanza tra i due travetti dovrà essere quella indicata nelle norme in funzione del diametro del tubo.
Prima di appoggiare il provino, si potrà rettificare la superficie di appoggio con uno strato di malta dello spessore non superiore a 25 mm.

Il carico viene applicato superiormente tramite un travetto di legno ben squadrato e liscio, esente da nodi, delle dimensioni di circa 15x15 cm, e fissato superiormente ad una trave metallica a doppio T, di dimensioni tali da rendere trascurabili le deformazioni elastiche.

Anche superiormente si può applicare uno strato di malta analogo a quello inferiore ed anche in questo caso il montaggio deve essere fatto quando la malta è ancora plastica.

La resistenza del provino, espressa in kg/m, viene riferita alla lunghezza utile del provino, cioè:

$$R = \frac{\text{carico di prova}}{\text{lunghezza utile}}$$

La larghezza delle fessure è misurata con lo spessimetro di lamiera della forma e delle dimensioni indicate dalla Direzione Lavori. Esso dovrà penetrare liberamente per almeno 1,5 mm a brevi intervalli per la lunghezza indicata di 30 cm.

c) Motivi di rifiuto

I tubi potranno essere rifiutati nei seguenti casi:
1) perchè non rispondono alle prescrizioni di dimensionamento e relative tolleranze ed alle prescrizioni di fabbricazione di cui alle presenti norme;
2) per esito negativo delle prove di accertamento;
3) per manifesti difetti di proporzionamento dei componenti del calcestruzzo o per mancanza di tenuta dei giunti;
4) per danneggiamento delle testate che non consentono di effettuare una tenuta a regola d'arte.

In tal caso la Ditta sarà tenuta a sostituire prontamente i materiali rifiutati con altri corrispondenti alle norme contrattuali con l'avvertenza che, nel caso non provvedessero tempestivamente l'Amministrazione potrà provvedere d'ufficio avvalendosi del deposito cauzionale, salva ed impregiudicata ogni altra azione legale per qualsiasi danno dovesse derivare all'Amministrazione Appaltante dalla inadempienza del contratto.

d) Posa in opera delle tubazioni

Le tubazioni dovranno essere messe in opera con l'aiuto di un apparecchio autocentrante atto a consentire il perfetto accoppiamento dei tubi e comunque secondo quanto prescritto nella norma DIN 4033.

E' altresì fatto obbligo di lubrificare, prima del montaggio, entrambi i semigiunti maschio e femmina con grassi o saponi vegetali, o comunque con lubrificanti di qualità e caratteristiche chimico-fisiche tali da non pregiudicare la durabilità delle guarnizioni.
E' vietato l'uso di grassi minerali.

I tubi dovranno rispettare la seguente normativa:

| | |
|---|---|
| UNI U73.04.096.0 | Tubi di calcestruzzo armato , non armato e rinforzato con fibre d'acciaio |
| UNI 4920 | Prodotti finiti di elastomeri . Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico . Requisiti e prove |
| DIN 4060 | Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature |
| UNI 8981 | Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo |
| UNI 7517 | Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna |
| DIN 4033 | Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati : direttive per la costruzione |
| ATV A 127 | Guida per l'analisi statica di fognature e canalizzazioni |
| Circ.M.LL.PP. 7/1/74 n.11633 | Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di Fognature |
| D.M.LL.PP. 12/12/85 | Norme tecniche relative alle tubazioni |
| Circ.M.LL.PP.n 27291 | Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni . Decreto M.LL.PP. 12/12/85 |
| D. Ministeriale 04/04/2014 | Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto. |
| Delibera 04/02/77 | Criteri , metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2 , lettere B),D),ed E) della legge 10 maggio 1976 n. 319 , recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento |

## 50.25 Rinterro e copertura delle tubazioni

Il rinterro delle tubazioni poste in opera come al precedente articolo dovrà avvenire esclusivamente solo dopo la verifica anche da parte della D.L. della perfetta tenuta idraulica.

Qualora, per motivi di necessità, il rinterro, eseguito secondo le modalità di cui si dirà appresso, dovesse avvenire prima della richiesta verifica della perfetta tenuta idraulica, detto rinterro sarà effettuato dall'Appaltatore a completo suo rischio, senza che nessun compenso aggiuntivo gli venga riconosciuto per gli

eventuali lavori che si rendessero necessari per eliminare le eventuali perdite idrauliche presenti nella tubazione.

Il rinterro potrà essere effettuato col materiale di risulta dagli scavi, sempre che la D.L. ne riconosca la validità per il lavoro in oggetto.
Qualora tale materiale non sia riconosciuto idoneo dovrà essere portato a discarica a totale onere dell'impresa Appaltatrice.

Verrà invece riconosciuto il compenso per la sola fornitura a piè d'opera di materiale adatto al riempimento degli scavi.

Il riempimento dovrà avvenire per strati successivi non superiori ai 30 cm ben costipati per limitare i successivi assestamenti del terreno.

Nessun compenso aggiuntivo verrà riconosciuto per successivi rinterri dovuti a vistosi assestamenti, in quanto dovuti a cattiva esecuzione del primitivo rinterro.

Le precedenti voci costituenti il rinterro sono già compensate nel prezzo di applicazione valutato per lo scavo e pertanto non costituiranno in alcun caso compenso aggiuntivo per l'impresa Appaltatrice.

La deroga di alcuna delle prescrizioni precedenti per le modalità di rinterro verrà opportunamente valutata dalla Direzione Lavori e potrà eventualmente essere concessa in casi di necessità o di pericolo per terzi sempre salvi gli obblighi della ditta Appaltatrice per gli eventuali inconvenienti che possano manifestarsi.

### 50.26 Norme particolari per strutture a tenuta idraulica

Le vasche ed i serbatoi in cui non è prevista l'esecuzione di intonaco sulla superficie a contatto con l'acqua dovranno comunque essere a perfetta tenuta idraulica; i getti dovranno quindi risultare totalmente impermeabili.

Nessun compenso particolare sarà dovuto all'Appaltatore per ottenere tale risultato, in quanto i prezzi in Elenco già tengono conto di ogni onere.

In particolare si prescrive che vengano utilizzati additivi atossici per cemento con funzione antiritiro, da dosare secondo le prescrizioni dei fornitori.

L'Appaltatore potrà, sentita la Direzione Lavori, variare le modalità esecutive previste dagli elaborati strutturali in merito alla qualità e dosaggio degli additivi alle riprese dei getti, ai morsetti di controventamento dei casseri, all'esecuzione dei giunti di dilatazione, intendendosi che resterà sempre ed in ogni caso l'unico responsabile della perfetta esecuzione delle opere.

Per le vasche ed i serbatoi è prescritta la prova di tenuta.

Nel malaugurato caso che la stessa non si concludesse positivamente, l'Appaltatore sarà tenuto ad adempiere, a propri oneri e spese, a tutti i lavori di risanamento e ripristino con i materiali che la Direzione Lavori gli indicherà; tali ripristini dovranno essere ripetuti fino a quando la prova darà esito positivo.

## 50.27 Collaudi e prove sulla canalizzazione

### 50.27.1 generalità

Nell'ambito del collaudo delle condotte verranno eseguite prove di tenuta secondo le prescrizioni della tabella che segue.

Le pressioni di collaudo in campo, $p_c$, per le tubazioni con funzionamento a pressione sono riferite alla pressione di esercizio $p_E$: esse dovranno comunque risultare $p_c=1.5\ p_E$, semprechè detto valore risulti superiore a $p_E + 2$ (kgf/cm$^2$), valore limite inferiore per le pressioni $p_c$. Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivelli non superiore a m 0,50 circa.

Le operazioni di collaudo in campo possono essere ordinate, controllate e verbalizzate dal direttore dei lavori; i relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

| ***Materiale*** | ***Prova di riferimento*** | ***Modalità di prova*** | ***Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento*** |
|---|---|---|---|
| Acciaio saldato e non saldato | Prova per pressione interna o comportamento del materiale a trazione<br>Prova di schiacciamento o compartimento del materiale a flessione | UNI 6363/84<br>par. 9.7.1<br><br><br>UNI 6363/84<br>tubi saldati<br>par. 9.7.5/6<br>tubi senza saldatura<br>par. 9.7.7 | |
| Ghisa grigia | Prova per pressione interna<br>Prova di flessione su anello o comportamento a flessione | UNI 5336/69<br>par. 11.1<br>UNI 5336/69<br>par. 11.2.2<br>par. 11.2.3 | |
| Ghisa a grafite sferoidale | Prova per pressione interna<br>Comportamento del materiale a trazione | UNI ISO 2531/81<br>par. 16.2<br>UNI ISO 2531/81<br>par. 14 | |
| PVC rigido non plastificato | Prova per pressione interna<br>T = 20°C, t = 1$^h$<br>T = 60°C, t = 1$^h$<br>T = 60°C, t = 1000$^h$ | UNI 7448//75<br>par. 3.8 | UNI 7441/75<br>par. 7 |
| Polietilene ad alta densità | Prova per pressione interna | UNI 7611<br>par. 10 | UNI 7611<br>par. 7 |
| Cemento armato<br>(senza lamierino) | prova per pressione interna; rottura $p_r \geq p^* + 1.5$<br>$p^* \leq 3$ kgf/cm$^2$ ovvero | | $p_h/p_r \leq 0.67$<br>($p = 1 + 4$ kgf/cm$^2$<br>$p_h/p_r \leq 0.75$ |

| *Materiale* | *Prova di riferimento* | *Modalità di prova* | *Rapporto tra condizioni di lavoro e condizioni di riferimento* |
|---|---|---|---|
| | $p_r \geq 1.5\ p^*$<br>($p^* > 3$ kgf/cm$^2$)<br>Prova di flessione trasversale (fessurazione e rottura): fessurazione $N_r$65 Dkgf/m, rottura $N_r \geq 97.5$ D kgf/m<br>(D diametro interno, cm) | | $p > 4$ kgf/cm$^2$ |
| Cemento precompresso (senza lamierino) | Prova per pressione interna, fessurazione $p_? \geq 1.25\ p^*$<br>(p.. pressione fessurazione a deformazioni lente esaurite) | | $p_h/p_d \leq 0.80$ |
| PVC rigido non plastificato | Prova pressione interna<br>T = 20°C, t = 1$^h$<br>T = 60°C, t = 1$^h$<br>T = 60°C, t = 1000$^h$ | UNI 7447/75<br>par. 9<br>UNI 7441/75<br>par. 10 | |
| Polietilene ad alta densità (AD) | Prova per pressione interna<br>T = 20°C, t = 1$^h$<br>T = 80°C, t = 170$^h$ | UNI 7613<br>par. 9 | |
| Gres | Prova di flessione trasversale: rottura<br>A) $N_r \geq$ 3500 2500 2000<br>D 10÷35 40 50÷80<br>B) $N_r \geq$ 4000<br>D 60÷80<br>(A, B due serie costruite, $N_r$ carico minimo rottura kgf/m; D diametro interno cm) | | |

50.27.2 <u>prove delle condotte in acciaio</u>

La prova idraulica della condotta, da realizzarsi nel presente progetto, dovrà essere effettuata secondo le modalità previste nel D.M. 12.12.1985.

L'Impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'impresa e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione).

Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto.

Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Impresa.

L'Amministrazione potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione.

L'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte dell'amministrazione; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

**Il collaudo della condotta, avverrà per tronchi di lunghezza pari a 500 m**, salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. E' previsto, inoltre, un collaudo finale, una volta terminata la posa dell'intera condotta.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due:
a) prova a giunti scoperti e condotta seminterrata
b) prova a cavo chiuso per metà altezza.

Le tubazioni dei singoli tronchi saranno sottoposte, sia nella prima che nella seconda prova, ad una pressione pari a **1.5 volte** la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato (pressione di collaudo minima 45 bar) e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar.
La prima prova avrà la durata di 24 ore, la seconda di 12 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.
Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.
I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione dei Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, potrà eseguire la visita accurata di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.
Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza e calcolandole con la massima cura fino a costituire un ricoprimento di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà col vaglio la parte più fina (dimensione massima cm 3) per costituire con essa un primo strato almeno di cm 30 di copertura sulla parte di rinterro in sabbia prevista in progetto.
Qualora la prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.
Per ogni tratto di condotta posata, e comunque per lunghezza non superiore a metri 500, debbono essere posti nell'interno della condotta opportuna quantità di disinfettante (ipoclorito).
Durante le prove di pressione della tubazione il disinfettante si scioglierà nell'acqua disinfettando all'interno la condotta. L'acqua medica sarà scaricata durante i lavaggi.

Potranno essere prescritti, in sostituzione di quelli suindicati, altri sistemi di disinfezione con cloruro di calce o permanganato di potassio o altri ossidanti.

L'immissione dell'ipoclorito o l'adozione di altri sistemi di disinfezione dovranno essere ripetuti tutte le volte che debbano rinnovarsi le prove di pressione delle condutture. Nessun compenso spetta all'assuntore per queste operazioni di disinfezione aggiuntive oltre alla prima, in quanto dovute a imperfezioni della tenuta idraulica della condotta.

50.27.3 fognature

A richiesta della Direzione dei Lavori, prima del reinterro dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità delle tubazioni secondo le modalità di seguito indicate.

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di canalizzazione, questo sarà normalmente sottoposto ad un carico idraulico di 0,5 atmosfere (5 m di colonna d'acqua).

Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare i due tubi estremi del tratto da esaminare.

La tubazione verrà quindi riempita d'acqua avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, per il che, se necessario, si dovranno adottare idonei congegni di sicurezza, lasciando in ogni caso libere le giunzioni, in modo da poter individuare con facilità eventuali punti permeabili.

La tubazione sarà quindi sottoposta per 15 minuti alla pressione di prova, che potrà indifferentemente essere controllata con un manometro o un piezometro.

Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costantemente il valore iniziale; se tuttavia si notano punti permeabili, la prova deve essere interrotta per

riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dell'intero tubo che perde, e successivamente ripetuta durante altri 15 minuti.

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione, i tubi dovranno essere saturi di acqua.

A tale scopo, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova.

Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti, a 0,5 atm. e sarà misurata esclusivamente con un piezometro, in modo da poter verificare la quantità d'acqua aggiunta.

I quantitativi massimi di acqua che possono essere perduti dai vari tipi di canalizzazioni sono riassunti nella tabella successiva, avvertito che se durante la prova si notano punti permeabili, essa deve essere interrotta e sistemati i punti che creano inconvenienti.

| **PROVE DI IMPERMEABILITA' DELLE CANALIZZAZIONI** | | | |
|---|---|---|---|
| *Canalizzazioni in conglomerato cementizio semplice* | | *Canalizzazioni in conglomerato cementizio armato* | |
| Sezione | aggiunta di acqua l/mq di superficie bagnata | Sezione | aggiunta di acqua l/mq di superficie utile |
| circolare Ø<br>10 - 25 cm<br>30 - 60 cm<br>70 - 100 cm<br>oltre 100 cm | <br>0.40<br>0.30<br>0.25<br>0.20 | circolare Ø<br>10 - 25 cm<br>30 - 60 cm<br>70 - 100 cm<br>oltre 100 cm | <br>0.20<br>0.15<br>0.13<br>0.10 |
| ovoidale<br>30 x 45 cm<br>50 x 75 cm<br>60 x 90 cm<br>80 x 120 cm<br>90 x 135 cm<br>120 x 180 cm | | ovoidale<br>30 x 45 cm<br>50 x 75 cm<br>60 x 90 cm<br>80 x 120 cm<br>90 x 135 cm<br>120 x 180 cm | |

Nel caso di gres la tubazione viene considerata impermeabile all'acqua e quindi accettabile se i rabbocchi d'acqua durante la prova di durata 15 minuti non superano il valore di 0.07 l/m$^2$ di superficie interna.

## 50.28 Collaudi e prove delle opere, attrezzature ed impianti elettromeccanici

### 50.28.1 generalità

Sono a carico dell'Impresa tutte le spese per le prove che la Direzione Lavori e/o il Collaudatore ritenesse di far eseguire per i seguenti collaudi:

- collaudo di fabbrica
- collaudo in corso d'opera
- collaudo provvisorio

- collaudo definitivo

compresa la fornitura degli strumenti, del personale, delle attrezzature e lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature e delle parti d'impianto installato per effettuare prove e verifiche.

L'Impresa dovrà impegnarsi a mettere a disposizione della Direzione Lavori tutta la strumentazione necessaria per i collaudi e non potrà pretendere alcun riconoscimento degli oneri sostenuti.

Dovrà comunque essere possibile eseguire qualsiasi prova che la Direzione Lavori ritenga utile al fine di accertare il buon funzionamento e le caratteristiche generali dei prodotti in conformità alle prescrizioni e norme stabilite in contratto.

50.28.2 Collaudo di fabbrica

Verranno eseguite dal fornitore e/o dall'Impresa appaltatrice tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a verificare la rispondenza della fornitura alle caratteristiche richieste nel presente elaborato e nei disegni di progetto (o garantite qualora si tratti di caratteristiche migliori rispetto a quanto richiesto) per apparecchiature e loro assiemi facenti parte dell'opera in oggetto.

50.28.3 Collaudo in corso d'opera

anno eseguite in corso d'opera tutte le prove e verifiche riguardanti la fornitura di materiali e la loro posa in opera che la Direzione Lavori riterrà di richiedere.

In ogni caso si dovranno eseguire le seguenti verifiche:

a) per impianti idrici:
   - prova idraulica da effettuare su tubazioni con pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio; (si ritiene positivo l'esito della prova quando per dodici ore non siano state scoperte fughe e deformazioni permanenti e non si siano verificate diminuzioni del valore della pressione);
   - verifica dell'integrità dei rivestimenti protettivi;
   - controllo delle giunzioni con eventuale verifica radiografica o ad ultrasuoni: tale prova sarà effettuata per campionatura scelta dalla Direzione Lavori;

b) per impianti elettrici:
   - lo stato di isolamento dei circuiti;
   - la continuità elettrica dei circuiti;
   - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
   - l'efficienza dei comandi e delle protezioni;
   - il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori.

50.28.4 Collaudo provvisorio

Dovrà accertare, mediante ricognizione sugli impianti e mediante prove di funzionamento, che le apparecchiature non presentino difetti manifesti e che l'impianto stesso sia in perfette condizioni di funzionamento e sia in grado di garantire tutte le funzioni previste ed in particolare:

- che il sistema, per quantità, qualità e costruzione sia rispondente al progetto;
- che sia stato osservato quanto specificato nel presente elaborato e nelle tavole grafiche;
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni presentati;
- il perfetto funzionamento degli impianti, nell'insieme e nelle singole parti.

Dovranno inoltre essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

a) per gli impianti idrici:

- una prova di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi freddi verificando che in tutti gli apparecchi di utilizzazione i fluidi arrivino in modo corretto e che le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe e deformazioni permanenti, che la cassa d'espansione contenga a sufficienza tutta la variazione di volume dell'acqua;
- una prova del corretto funzionamento elettrico e meccanico dei macchinari;
- verifica della rispondenza del sistema alle caratteristiche di progetto (potenzialità, portata, pressione, ecc.);
- verifica del funzionamento dei sistemi di regolazione e comando;
- una prova del corretto deflusso delle acque di scarico e della corretta tenuta delle connessioni;

b) per impianti elettrici:
- verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi;
- prova della inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni, secondo norme CEI;
- prova di sfilabilità dei conduttori entro i tubi;
- verifica di tutte le raccorderie e cassette montate che non dovranno risultare danneggiate o mancanti di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;
- verifica della dislocazione delle armature illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere, nonché di tutti i collegamenti, compresi quelli di messa a terra;
- verifica della buona esecuzione dei giunti, delle derivazioni e dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;
- controllo dell'isolamento elettrico dei quadri, cavi di alimentazione, circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;
- misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto ed in particolare, verifica delle sezioni dei conduttori di terra;
- prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a stabilire che non provochino scariche tra le parti in tensione e fra queste e la massa;
- verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri in bassa tensione di distribuzione e manovra;
- verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione e verifica delle regolazioni dei relè, degli interruttori e dei contattori;
- verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;
- verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;
- verifica delle cadute massime di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione con controllo delle sezioni sottoponendo per quanto possibile l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;
- verifica del valore di rifasamento degli impianti;
- verifica delle resistenze di isolamento delle linee;
- verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle norme CEI e norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I collaudi provvisori consentiranno, nel caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti.

Ad ultimazione dei collaudi si potrà procedere alla consegna degli impianti con regolare verbale firmato dalle parti.

### 50.28.5 Collaudo definitivo

Dovrà accertare la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme tecniche applicabili ed a tutto quanto espresso nel progetto.

Ciò sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti costruttive che della loro installazione eseguita a regola d'arte.

Nei collaudi definitivi si eseguiranno, oltre a tutte le misurazioni e prove già effettuate nel collaudo provvisorio, le verifiche necessarie ad accertare l'avvenuta eliminazione di tutti gli eventuali inconvenienti riscontrati nei collaudi precedenti o durante l'esercizio, nonché la rispondenza degli impianti a quelle prestazioni garantite ma non rilevabili in sede di collaudo provvisorio.

Dovranno comunque essere eseguite tra l'altro tutte le misurazioni e verifiche occorrenti per accertare:

- che gli impianti, nelle condizioni di funzionamento richieste, siano in grado di assicurare le prestazioni di progetto;
- che nella esecuzione siano state scrupolosamente osservate le norme tecniche generali e particolari di contratto, con speciale riguardo alla Legge n. 10 del 9/1/91 sul contenimento dei consumi energetici ed alle norme antinfortunistiche vigenti.

## 50.29 Ripristino del rivestimento delle tubazioni in acciaio

Nell'area che contiene la giunzione dei tubi (zona della saldatura, testa dei tubi) o ove si riscontrano danneggiamenti del rivestimento in Polietilene, il rivestimento stesso deve essere ripristinato per mezzo di un doppio nastro, a freddo.
Il doppio nastro è costituito da un nastro isolante e da uno per la protezione meccanica.

Preventivamente, sul tubo dovrà essere stesa una mano di primer di ancoraggio.

Lo spessore del nastro, a ripristino avvenuto, dovrà essere almeno pari allo spessore del rivestimento in polietilene della tubazione.

Ove le condizioni del terreno lo richiedano, o su specifica richiesta della Direzione Lavori, il completamento ed il ripristino del rivestimento esterno della tubazione in acciaio deve essere effettuato tramite applicazione di un manicotto termorestringente in polietilene, a caldo, secondo le seguenti modalità:

- prima di effettuare la saldatura testa a testa delle tubazioni, inserire il manicotto e posizionarlo ad almeno 30 cm dalla zona di saldatura
- dopo la saldatura, pulire accuratamente la superficie mediante sabbiatura o spazzolatura
- rimuovere la carta protettiva dall'interno del manicotto e posizionarlo sulla zona della giunzione (la sovrapposizione del manicotto sul rivestimento deve essere di almeno 80 mm
- preriscaldare la superficie metallica fino a 60° circa ed il tratto di sovrapposizione del manicotto fino a 40° circa (la torcia a propano deve produrre una fiamma dolce di colore giallo)
- cominciare il riscaldamento dal centro verso una estremità e quindi completare dal centro verso l'altra estremità (l'applicazione è terminata quando il mastice fuoriesce dalle estremità del manicotto).

## 50.30 Pozzetti di ispezione e manovra per le apparecchiature idrauliche

Essi saranno realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo armato o gettato in opera secondo i disegni di progetto. Dovranno essere con fondo in battuto di cemento con foro per drenaggio riempito in pietrame. Considerando il ripristino finale in binder e tappetino d'usura, la soletta di copertura per l'inserimento del chiusino in ghisa sferoidale dovrà essere tenuta ad adeguato livello rispetto al piano stradale senza che venga a sporgere rispetto a questi oppure sia ad un livello troppo basso, con il rischiodi creare un avvallamento nella sede stradale.

## 50.31 Fornitura e posa di chiusini per pozzetti

Per la copertura dei pozzetti, verranno adottati chiusini in ghisa sferoidale o altri materiali, secondo le indicazioni di progetto.
I telai dei chiusini saranno in forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata, con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio da diametro di 600 mm.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma da applicarsi ai chiusini. La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Ogni chiusino dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante. Prima della posa in opera la superficie del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta di 0,5 ql di cemento tipo 425 per mc d'impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio armato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immessi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

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

Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anello di appoggio. I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 48 ore dalla posa.

A giudizio della Direzione Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

## 50.32 Ripristino di scavi eseguiti in terreni coltivati e non

Conformemente alle prescrizioni del precedente art. (rinterro e copertura delle tubazioni) verrà effettuato il ripristino e costipamento del terreno sopra le condotte, fino a 30 cm sotto il piano definitivo della massicciata.

Nel caso di scavo eseguito in campagna in terreni coltivati i reinterri dovranno essere effettuati in modo da ricostruire, a lavori ultimati, lo stato del terreno coltivato preesistente.

L'appaltatore dovrà avere cura di sistemare in superficie per uno spessore all'incirca uguale a quello dello strato coltivato il materiale migliore, tenuto separato dalla restante terra inerte fin dall'inizio delle operazioni di scavo.

Si dovrà avere molta cura di portare il reinterro ad un livello superiore alla quota primitiva del terreno in modo che, ad assestamento avvenuto, la quota definitiva non sia inferiore a quella preesistente. In difetto di osservanza di queste prescrizioni, le diminuzioni pervenute di valore dei beni rustici ed i danni ai futuri frutti verranno addossati all'Impresa inadempiente.

## 50.33 Ripristino di massicciata in macadam ordinario

Terminato lo scavo verrà effettuato il ripristino e costipamento del terreno sopra le condotte, fino a circa 30 cm sotto il piano definitivo della massicciata. Seguirà uno strato di ghiaia naturale di cm 20/25 circa da costipare accuratamente sul quale strato si aggiungerà del pietrisco grosso dello spessore di almeno 10 cm. Il nuovo piano così formato e rassodato con abbondante innaffiamento, verrà cilindrato in modo da raggiungere la sagomatura definitiva dell'estradosso stradale rispondente, zona per zona, agli accessi delle case.
Nella sagomatura testè descritta si terrà pure conto di favorire il deflusso delle acque meteoriche.

Infine il sopra detto piano stradale verrà ricoperto di strato di sabbia di fiume ben guarnita e di pietrischetto dello spessore di cm 2 a seconda degli ordini impartita dalla Direzione dei Lavori.

Trattandosi poi del ripristino di massicciata su terreno che, per quanto in precedenza ben pigiato e bagnato, può ancora dare luogo ad abbassamenti per raggiungere il definitivo assestamento, si potrà eseguire la massicciata senza lo strato di pietrisco, effettuando il ricoprimento con il pietrisco residuo della massicciata preesistente (ben pigiato e privo di ogni parte terrosa e polverulenta) e con sabbia e pietrisco sparso sulla sabbia vagliata.

## 50.34 Ripristino di massicciata in ciottolato

I ciottoli, sia nuovi che di riforma, possono dividersi in due categorie:
- ciottolato di 1° categoria, quelli con strato di sabbia su sottofondo di ghiaia vagliata;
- ciottolato di 2° categoria, quelli con semplice strato di sabbia per sottofondo.

L'impresa eseguirà nel modo più perfetto il riempimento e costipamento del terreno sopra il manufatto limitandone il piano a cm 30 e a cm 17 sotto quello definitivo a seconda se trattasi di ripristino di 1° o 2° categoria.

L'Impresa dovrà spianare perfettamente il piano di formazione battendo su tutta la sua estensione ripetutamente, se occorre, il suolo con mazzaranga e innaffiandolo in modo da renderlo compatto. Dopo ciò per i ciottoli di 1° categoria si estenderà su detto fondo uno strato di ghiaia vagliata che dopo compressione dovrà risultare dello spessore di cm 15 e sarà ben spianato, battuto a più riprese e compresso. Allo strato di ghiaia si sovrapporrà uno strato di sabbia di circa 8 cm di spessore distesa in guisa da formare una superficie regolare.

Detta sabbia dovrà essere depurata dai sassi, anche piccolissimi e da qualsiasi sostanza porosa.

Per quelli di 2° categoria invece si stenderà uno strato di sabbia come da precedente, dello spessore necessario in media di cm 8. Disposto così il letto di ghiaia e sabbia, o di sola sabbia, secondo le istruzioni che verranno volta a volta impartite dalla Direzione dei Lavori si procederà al piantamento dei ciottoli con l'avvertenza di collocarli con l'asse maggiore verticale e la testa più grossa in alto.
I ciottoli dovranno sempre essere portati al selciatore dal garzone e depositati davanti al selciatore stesso sul selciato già eseguito e ancora da insabbiare, non essendo assolutamente permesso depositare i ciottoli sullo strato di sabbia costituente il letto della posa perchè è necessario che questo sia preparato con cura e ben spianato prima del piantamento dei ciottoli idonei occorrenti, il che non è possibile quando gli stessi sono depositati a fianco e tergo del selciatore.

Nel disporre l'acciottolato dovrà usarsi la massima cura affinchè non rimangano vani fra un ciottolo e l'altro, dovendo essere ben uniti e serrati affinchè il ciottolato formi una superficie uniforme, senza depressioni anche piccolissime.
Ultimato il ciottolato e riconosciuta da parte della Direzione dei Lavori l'esecuzione a perfetta regola d'arte, tanto nella scelta quanto nella disposizione dei ciottoli, esso sarà uniformemente ricoperto con uno strato di 2 cm di sabbia di fiume, assolutamente priva di terra e di sassi, anche piccolissimi, non ammettendosi che siano poi tolti dopo sparsa la sabbia.

Verrà lo strato stesso quindi battuto su tutta la sua estensione con mazzaranga del peso di kg 15 dopo ciò verrà convenientemente innaffiato e poscia battuto una seconda volta.
In seguito verrà ricoperto con un altro strato dello spessore di cm 2 di sabbia di fiume.

Le battiture dovranno farsi procedendo nel senso della via, e non a salti, ma regolarmente, affinchè l'assodamento dell'acciottolato riesca uniforme.

Eseguite le due battiture di cui sopra, qualora dalla Direzione dei Lavori venisse ritenuto necessario, potrà essere prescritta una terza battitura, ciò per innaffiamento e spazzatura, a totale carico dell'Impresa, alla quale verrà liquidato solo il valore del terzo spandimento di sabbia.

Se il ciottolato venisse insabbiato prima che il personale dirigente lo abbia accertato, sarà immediatamente scoperto per le opportune verifiche.

L'impresa non potrà per questo esigere indennizzo alcuno.

Dopo le battiture le teste dei ciottoli dovranno risultare elevate non più di 1/2 cm sopra il vivo del ciottolato esistente, e ciò in considerazione degli abbassamenti per l'assestamento che il terreno sottostante potrà ancora subire in conseguenza della esecuzione delle opere di canalizzazione.
Cinque giorni dopo l'ultimazione, salvo disposizioni diverse da parte della Direzione dei Lavori, il ciottolato dovrà venire scrostato con diligenza in modo che le teste dei ciottoli riescano completamente scoperte.

Tale operazione dovrà ripetersi 20 giorni dopo, e se ordinato, anche una terza volta.

La spazzatura del fondo e della sabbia dovrà farsi nelle ore notturne, al fine di non arrecare danno ai passanti ed al transito.

Per tutte queste operazioni l'Impresa non potrà esigere alcun speciale compenso.

Per quanto riguarda la pavimentazione delle strade cittadine, l'Amministrazione potrà adottare, per il relativo ripristino un tipo di pavimentazione diverso da quello esistente prima della costruzione delle opere di canalizzazione.

### 50.35 Ripristino di massicciata a superficie asfaltata

Le massicciate a superficie asfaltata verranno rifatte in macadam ordinario, indi si eseguiranno i lavori di asfaltatura previsti come segue:

- Il sottofondo sarà costituito da uno strato dello spessore di circa cm 30 (dopo la cilindratura) di idoneo materiale misto granulare (tout-venant) di frantoio, di cava e torrente eventualmente corretto con legante terro-argilloso; la granulometria sarà fissata dalla Direzione dei Lavori e sarà tale da lasciare, secondo adatta curva, il minor numero di vuoti, con ammissione di elementi massimi di cm 7 e percentuale di fino (minore cioè di mm 0,075) in pesa dal 10al 20%.

  Nel prezzo è compresa la cilindratura da eseguirsi con rullo medio, con abbondante innaffiamento, e spinta sino a che i più pesanti autocarri non lascino apprezzabili orme.

- Trattamento a semipenetrazione con bitume a caldo eseguito solo su pietrisco cilindrato col grado di sigillatura prescritto e perfettamente pulito e con lavaggio a pressione o con macchine soffianti; saranno applicati a caldo con bitumatrice kg 2,5 di bitume a mq con gradi di penetrazione da 160 a 200 e successivamente si spanderà il pietrischetto di saturazione da mm 8 a mm 15 in ragione di mc 1,50 per 10 mq; si procederà quindi alla cilindratura con rullo compressore da 12 a 16 tonnellate:

- Manto bituminoso in conglomerato chiuso, sarà eseguito su nuova massicciata con pietrisco, a trattamento superficiale; spessore finito mm 25 (venticinque).
  Inerti: miscela così composta:

- Pietrischetto mm 15/25 dal 4 al 14% in peso
- Pietrischetto mm 10/15 dal 20 al 40% in peso
- Pietrischetto mm 3/10 da 0 al 40% in peso
- Aggregato fino (sabbia silicea) dal 17 al 24% in peso
- Filler dal 3 al 5% in peso

Bitumatura della miscela - kg 80 a mc di bitume al 220/160.

Posa in opera con vibro finitrice previa spalmatura di ancoraggio con kg 0,60a mq di emulsione, cilindratura con rullo da 12 tonnellate e sigillatura con spargimento di kg 1,00 di polvere asfaltata a mq.

Le irregolarità del manto a lavoro ultimato non dovranno superare i mm 5 lungo un'asta di ml 3 compresa l'emulsione bituminosa tenore 55% in ragione di kg 0,600/mq.

### 50.36 Muratura di mattoni

I mattoni prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino alla saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna, saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8, né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco ed alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni crescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi ben allineati e collegantisi a morsa con la parte interna. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature. I sordini, gli archi, le piattabande e volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intonaco tracciato sopra la centinatura; le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

### 50.37 Manufatti in acciaio

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove fissate dal D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni e dalle normative UNI vigenti per l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

L'Appaltatore dovrà informare l'Appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinchè, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'Appaltante stesso possa disporre di preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

E' riservata all'Appaltatore la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltante in tempo utile. Le suddette visite, verifiche e prove, sono a carico dell'Appaltatore.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate l'Appaltante potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro.

I pezzi provvisoriamente accettati dovranno essere contrassegnati e subito verniciati con la prima mano di pittura antiruggine o protettiva a seconda dei casi, previe le prescritte preparazioni.

I pezzi rifiutati dovranno pure essere contrassegnati con diverso marchio ben visibile ed essere conservati così da poterli presentare ad ogni richiesta dell'Appaltante, salvo che l'Appaltatore preferisca spezzarli immediatamente alla presenza degli incaricati delle verifiche.

L'appaltatore non potrà impugnare in alcun modo i risultati delle suddette constatazioni, nè, in caso di rifiuto di una parte della fornitura, potrà invocare l'accettazione di altre parti della fornitura stessa, in seguito a precedenti verifiche.

Qualora la pesatura non sia stata effettuata in officina dovrà essere eseguita in cantiere, in contraddittorio fra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, prima di iniziare il collocamento in opera.

Delle verifiche e delle pesature, sia eseguite in officina che in cantiere, dovranno essere redatti verbali in contraddittorio fra gli incaricati dell'Appaltante e dell'Appaltatore.

Qualora non diversamente disposto, i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con diametro di almeno 4 mm inferiore a quello definitivo, ed allargati poi mediante trapano o alesatoio.

Le saldature, chiodature e bullonature dovranno essere accuratamente ripulite e spianate se in vista; così ogni unione dovrà essere perfettamente lavorata e rifinita, specie nelle opere come ringhiere, cancelli, cancellate,

inferriate, infissi, ecc. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia; i tagli in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedano, con la mola.
Non dovranno mai essere ribaditi insieme definitivamente due pezzi di una struttura di acciaio senza aver prima accuratamente ripulite e spalmate abbondantemente le superfici combacianti con antiruggine al minio di piombo. La prima mano di verniciatura dovrà essere data sulla superficie esterna solamente dopo l'accettazione provvisoria e previe le previste preparazioni e l'applicazione di pitture antiruggine o protettive, secondo i casi.
A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripulire con cura i pezzi da riunire, in special modo sulle superfici che devono combaciare, ricorrendo, se del caso, a diligenti raschiature e ripristindando altresì, ove occorra, le pitture antiruggine e protettive, nonchè quelle mani di verniciatura che risultassero già applicate.
In tutte quelle parti di strutture metalliche in cui possano raccogliersi le acque, dovranno essere sempre praticati opportuni fori ed intagli, senza pregiudizio però della stabilità del manufatto per il necessario scolo delle acque.

Detti fori dovranno essere diligentemente ripuliti e verniciati. Qualora sia possibile far defluire l'acqua dalle predette parti della struttura, i vani tra gli elementi dovranno essere riempiti con opportuno sigillante.

L'Appaltante rifiuterà quei pezzi e quelle parti di struttura che presentassero difetti di fabbricazione, di lavorazione e di montaggio, o che non fossero conformi ai disegni ed agli ordini impartiti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in sito le misure esatte delle diverse opere, il tipo ed il numero di ciascuna di esse, segnalando per iscritto al Direttore dei Lavori ogni divergenza od ostacolo di esecuzione.

Resteranno a carico dell'Appaltatore, in ogni caso, tutte le spese di qualsiasi genere si rendessero necessarie per eliminare gli inconvenienti che derivassero dall'omissione e dall'insufficienza di tali controlli, restando questi obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Prima di iniziare il montaggio in opera delle strutture metalliche l'Appaltatore dovrà accuratamente verificare, ed in tempo opportuno, che le murature corrispondano altimetricamente e planimetricamente alle strutture metalliche che sono destinate a sopportare, e ciò anche quando i lavori in metallo siano appaltati in forma scorporata.

Nel caso in cui l'Appaltatore riscontrasse difetti nelle murature dovrà subito informare per iscritto il Direttore dei Lavori; ove egli non lo facesse prima di iniziare il montaggio delle opere metalliche, resteranno a suo carico, ed in ogni caso, tutte le spese e il risarcimento dei danni.

L'appaltatore dovrà far tracciare ed eseguire direttamente, sotto la sua responsabilità, gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici.

Tanto durante la giacenza in cantiere degli infissi, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, l'Appaltatore dovrà avere cura che i manufatti non abbiano a subire guasti e lordure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.

Nel collocamento in opera le grappe dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili, mentre dovranno essere fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo se cadenti entro pietre, marmi e simili.

Nella posa in opera dei manufatti sono anche compresi tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere; la successiva ripresa, l'avvicinamento a piè d'opera, il sollevamento ed i trasporti fino al sito di collocamento; qualsiasi opera provvisionale, di protezione e mezzo d'opera occorrente; ogni materiale di consumo; l'impiego di ogni mano d'opera specializzata, qualificata e comune; le spicconature di intonaco, gli scalpellamenti ed i tagli di murature e nei conglomerati; i tagli, i fori, le impiombature, le imperniature, le sigillature, le incamerazioni ed in genere l'esecuzione di ogni altra lavorazione nelle pietre e nei marmi; le murature di grappe, modelli, zanche, bandelle, bilici, tasselli, ecc.; tutte le ferramenta accessorie a muro quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, perni, tubetti, avvolgicinghia, ecc.; la rincocciatura, le stuccature, la ripresa delle murature, dei conglomerati cementizi, degli intonachi e dei rivestimenti, nonchè quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita.

I manufatti metallici collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e, se mobili, dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento nel chiudersi e nell'aprirsi: in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.

Ogni guasto arrecato ai manufatti nel loro collocamento in opera, ed i danni che venissero apportati alle eventuali verniciature, dovranno essere riparati a spese dell'appaltatore.

Le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle e quanto altro da porre in opera a sostegno dei manufatti metallici esterni dovrà essere murato in modo da presentare una lieve pendenza verso l'esterno, così da non consentire all'acqua di colare verso le pareti su cui le grappe, i modelli, ecc. sono fissati.
E' vietato l'impiego del gesso nella muratura dei manufatti di acciaio. Le incamerazioni ed i fori destinati a ricevere il piombo, il cemento od altri materiali, equivalenti, dovranno essere realizzati nelle loro precise dimensioni sia in superficie che in profondità e secondo le prescrizioni. Le incamerazioni ed i fori dovranno essere più larghi sul fondo che alla bocca e, prima di eseguire la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti ed asciugati.

Occorrendo, i pezzi da sigillare dovranno essere regolarizzati; quando la sigillatura debba essere fatta con il piombo i pezzi da sigillare dovranno essere uniti col grasso.

Tutte le opere metalliche, qualora non diversamente prescritto, dovranno essere protette e verniciate; per la verniciatura dei manufatti siderurgici, zincati o meno, saranno impiegati smalti o pitture oleosintetiche, epossidiche e epossibituminose, come richiesto.

Nelle località di mare, e comunque nelle località con atmosfera aggressiva, tutti i manufatti di acciaio collocati all'esterno dovranno essere preventivamente zincati e quindi verniciati impiegando smalti o pitture, come richiesto.

L'esito anche favorevole delle prove e l'accettazione provvisoria, da parte del Direttore dei Lavori, sia dei materiali che dei manufatti, ancorchè posti in opera e verniciati, non esonera l'Appaltatore dalle sue

responsabilità circa la perfetta riuscita e conservazione delle opere, nè dall'obbligo di sostituire o riparare tutti quei materiali e parti di manufatti che non corrispondessero alle caratteristiche e prove richieste, o quelle che manifestassero difetti, guasti, degradamenti di qualsiasi genere e vizi sfuggiti agli esami preliminari, o che non siano conformi alle norme del presente Capitolato ed agli ordini impartiti.

Ciò, come già specificato, anche dopo il montaggio e la verniciatura e fino alla approvazione del collaudo da parte dell'Appaltante, oltre ogni onere dipendente dalle sostituzioni o riparazioni, anche tutti quelli per la rimessa in pristino stato di quanto dovuto rimuovere o manomettere, nonchè il risarcimento degli eventuali danni. Per quanto riguarda la protezione contro il fuoco, nella progettazione e nell'esecuzione di costruzioni in acciaio dovranno essere osservate le prescrizioni della circolare n. 91 del 14 settembre 1961 del Ministero dell'interno, Direzione Generale Servizi Antincendio, "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura di acciaio destinati ad uso civile", nonchè le prescrizioni di cui alla "Normativa tecnica sulla sicurezza contro il fuoco dei fabbricati con struttura in acciaio" pubblicata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche sul Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) n. 37 del 25 luglio 1973 e successive aggiunte e modifiche.

Dovrà inoltre essere osservato quanto disposto dagli artt. 38 e 39 del D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547 che riguardano le protezioni dalle scariche atmosferiche, con il rispetto dei DD.MM. 12 settembre 1959 e 22 febbraio 1965.

La calcolazione strutturale, relativa direzione di cantiere esecutivo e collaudazione ai fini di ogni responsabilità civile e penale ai sensi della legge 5 novembre 1971 n. 1086 art. 2 sarà a carico dell'Impresa esecutrice ma dovrà essere preventivamente accettata dalla Direzione Lavori che potrà imporre tutte le modifiche atte a rendere più consona alle funzioni progettuali le opere realizzate.

Gli oneri economici relativi saranno totalmente a carico dell'Impresa in quanto già compresi nei singoli prezzi unitari.

## 50.38 Acciaio per strutture metalliche

### Generalità

L’acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
Possono 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**. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.
È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.
Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle 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**.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E$ = 210.000 N/mm$^2$
modulo di elasticità trasversale $G = E/2(1+\nu)$ N/mm$^2$
coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
coefficiente di espansione termica lineare $a = 12 \times 10^{-6}$ per °C$^{-1}$
(per temperature fino a 100 °C)
densità $\rho = 7850$ kg/m$^3$

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:
- attestato di controllo;
- certificazioni e qualificazione del materiale secondo le norme vigenti.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.
Per i prodotti non qualificati la Direzione Lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura.
L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia alla Direzione Lavori.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

**Acciaio laminato**
*Prodotti piani e lunghi*
Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma **EN 10025-1÷6** e devono e essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.
Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea **EN 10025-1**. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.
Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

*Profilati cavi*
Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.
Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: **EN 10210-1** e **EN 10219-1**, e riassunte come riportato nella tabella seguente:

**Tabella - Caratteristiche tecniche per i profilati cavi**

| ACCIAIO | NORMA EUROPEA | TABELLE DI RIFERIMENTO |
|---|---|---|
| Profilati cavi finiti a caldo | EN 10210-1 | Non legati: AI, A.2, A.3<br>A grano fine: BI, B.2 - B.3 |
| Profilati cavi saldati formati a freddo | EN 10219-1 | AI , A2 , A3<br>Materiale di partenza allo stato:<br>Normalizzato: B1, B3, B4<br>Termomeccanico: B2, B3, B5 |

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

**Montaggio e varo di strutture in carpenteria metallica**
L'assemblaggio primario delle opere in carpenteria metallica zincata a caldo avverrà esclusivamente in officina.
Dopo che ogni elemento sia stato sottoposto a trattamento di zincatura a bagno caldo, non sarà più ammessa alcuna operazione di saldatura per ottenere il montaggio della struttura.
Il varo ed il montaggio in opera di tutte le parti strutturali costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.
Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate, sovrasollecitate o venga danneggiata la protezione superficiale mediante zincatura.

L'Appaltatore è tenuto ad attrezzare il cantiere con ogni mezzo d'opera necessario per la posa sulla propria sede delle strutture metalliche: rimane a totale carico dell'Appaltatore il nolo di autogru, argani, paranchi, martinetti idraulici ed ogni sistema di movimentazione necessaria per eseguire il montaggio finale.
Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.
Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.
Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

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

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni ritenuto adeguato dalla Direzione Lavori stessa.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio e sollevamento, l'Appaltatore è tenuto a rispettare, oltre alle norme di carattere nazionale in merito alle apparecchiature di sollevamento (ganci, funi, capicorda ecc.) le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.
Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086/71.

**Acciaio per getti**
Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 **UNI 3158** ed **UNI 3158 FA 152-85** o equivalenti.
Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

**Acciaio per strutture saldate**
*Composizione chimica degli acciai*
Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.
*Fragilità alle basse temperature*
La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

**Bulloni e Chiodi per montaggi di carpenterie**

*Bulloni*

I bulloni, conformi per le caratteristiche dimensionali alle **UNI EN ISO 4016** ed alle **UNI 5592,** devono appartenere alle sotto indicate classi delle **UNI EN 20898**.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella precedente, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella seguente.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

| **Elemento** | **Materiale** | **Riferimento** |
|---|---|---|
| Viti | 8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1 | UNI 5712 |
| Dadi | 8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 | UNI 5713 |
| Rosette | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2<br>temperato e rinvenuto HRC 32÷40 | UNI 5714 |
| Piastrine | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2<br>temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40 | UNI 5715<br>UNI 5716 |

*Chiodi*

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla **UNI EN 10263-1 a 5**.

**Acciai inossidabili per carpenterie**

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile AISI 304 o superiore per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

**Procedure di controllo su acciai da carpenteria**

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi ale profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

*Controlli su elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo*

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea **EN 14782**. Le caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiere grecate deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.
La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.
Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

*Controlli in stabilimento*
Suddivisione dei prodotti
Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.
Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica, sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1**.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.
Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** in base al numero dei pezzi.

**Prove di qualificazione**
Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.
La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2.000 t oppure ad un numero di colate o di lotti ≥ 25.

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.
La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

**Controllo continuo della qualità della produzione**
Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.
In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.
La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.
Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne $f_y$ *e* $f_t$ i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.
I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-**1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.
È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

**Verifica periodica della qualità**
Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.
Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopraddetto.
Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.
Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.
Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.
Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.
Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.
Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.
Controlli su singole colate
Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle **UNI EN 10025, UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle di cui alle norme europee **EN 10210** ed **EN 10219** per i profilati cavi.

**Controlli in officina di trasformazione**
Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.
L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.
Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.
Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.
L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.
Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali
Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.
La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.
Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.
Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

**Controlli in centro di prelavorazione di componenti strutturali**
Si definiscono centri di prelavorazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelavorati che vengono successivamente

utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.
Il centro di prelavorazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.
È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelavorazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

*Controlli in cantiere*
I controlli in cantiere sono obbligatori.
Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.
I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie **EN 10025** ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme **UNI EN 10025**, **UNI EN 10210-1** e **UNI EN 10219-1** per le caratteristiche chimiche.
Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.
Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella **EN 1090** e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.
Prelievo e domanda di prova al laboratorio
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico,o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

**Certificati di prova**
I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:
- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del Committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;

- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

*Controlli su bulloni e chiodi da carpenteria*
I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.
I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.
Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla **UNI EN 20898/1**, della quale si riportano in estratto nelle successive tabelle, e **UNI EN 20898/2**.

**Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova** (vedere prospetto V)

| Dimensioni | Viti con diametro di filettatura $d \leq 4$ mm o con lunghezza nominale $l < 2{,}5d$ [1)] | Viti con diametro di filettatura $d > 4$ mm e con lunghezza nominale $l \geq 2{,}5d$ |
|---|---|---|
| Prova decisiva per l'accettazione | o | • |
| 1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata. | | |

**Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione**
(Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

| Gruppo di prova | | Caratteristica | Programma di prova A | | | | Programma di prova B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Metodo di prova | | Classi di resistenza | | Metodo di prova | | Classi di resistenza | |
| | | | | | 3.6, 4.6, 5.6 | 8.8, 9.8 10.9 12.9 | | | 3.6, 4.6 4.8, 5.6 5.8, 6.8 | 8.8, 9.8 10.9 12.9 |
| I | 5.1 e 5.2 | Carico di rottura minimo, $R_m$ | 8.1 | Prova di trazione | • | • | 8.2 | Prova di trazione[1] | • | • |
| | 5.3 | Durezza minima[2] | 8.3 | Prova di durezza[3] | ○ | ○ | 8.3 | Prova di durezza[3] | ○ | ○ |
| | 5.4 e 5.5 | Durezza massima | | | • ○ | • ○ | | | • ○ | • ○ |
| | 5.6 | Durezza massima superficiale | | | | • ○ | | | | • ○ |
| II | 5.7 | Carico unitario di snervamento minimo, $R_{eL}$ | 8.1 | Prova di trazione su provetta | • | | | | | |
| | 5.8 | Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0,2}$ | 8.1 | Prova di trazione | | • | | | | |
| | 5.9 | Carico unitario di prova, $S_p$ | | | | | 8.4 | Prova di carico | • | • |
| III | 5.10 | Allungamento percentuale minimo dopo rottura, $A$ min. | 8.1 | Prova di trazione | • | • | | | | |
| | 5.11 | Resistenza a trazione con appoggio a cuneo[4] | | | | | 8.5 | Prova di trazione con appoggio a cuneo[1] | • | • |
| IV | 5.12 | Resilienza minima | 8.6 | Prova di resilienza[5] | •[6] | • | 8.6 | | | |
| | 5.13 | Tenacità della testa[7] | | | | | 8.7 | Prova di tenacità della testa | ○ | ○ |
| V | 5.14 | Zona massima di decarburazione | 8.8 | Prova di decarburazione | | • ○ | 8.8 | Prova di decarburazione | | • ○ |
| | 5.15 | Temperatura minima di rinvenimento | 8.9 | Prova di secondo rinvenimento | | • ○ | 8.9 | Prova di secondo rinvenimento | | • ○ |
| | 5.16 | Difetti superficiali | 8.10 | Controllo dei difetti superficiali | • ○ | • ○ | 8.10 | Controllo dei difetti superficiali | • ○ | • ○ |

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.
2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale $l < 2{,}5\ d$ e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).
3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.
4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.
5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura $d \geq 16$ mm, e solo su richiesta del committente.
6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.
7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura $d \leq 16$ mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dal Direttore Tecnico di Cantiere e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.
In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

**Norme di riferimento**

*Esecuzione*

- **UNI 552:1986 -** Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni
- **UNI 3158:1977 -** Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove
- **UNI ENV 1090-1:2001 -** Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici
- **UNI ENV 1090-2:2001 -** Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo
- **UNI ENV 1090-3:2001 -** Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento
- **UNI ENV 1090-4:2001 -** Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi
- **UNI ENV 1090-6:2003 -** Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile
- **UNI EN ISO 377:1999 -** Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche
- **UNI EN 10002-1:1992 -** Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)
- **UNI EN 10045-1:1992 -** Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

*Elementi di collegamento*

- **UNI EN ISO 898-1:2001 -** Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere
- **UNI EN 20898-2:1994 -** Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
- **UNI EN 20898-7:1996 -** Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm
- **UNI 5592:1968 -** Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C
- **UNI EN Iso 4016:2002 -** Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

*Profilati cavi*

- **UNI EN 10210-1:1996 -** Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura
- **UNI EN 10210-2:1999 -** Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- **UNI EN 10219-1:1999 -** Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura
- **UNI EN 10219-2:1999 -** Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

*Prodotti laminati a caldo*

- **UNI EN 10025-1:2005 -** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- **UNI EN 10025-2:2005 -** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

- **UNI EN 10025-3:2005 -** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
- **UNI EN 10025-4:2005 -** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
- **UNI EN 10025-5:2005 -** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- **UNI EN 10025-6:2005 –** Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

*Saldature*

Raccomandazioni e procedure

- **UNI EN 288-3:1993 -** Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai
- **UNI EN ISO 4063:2001 -** Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni
- **UNI EN 1011-1:2003 -** Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco
- **UNI EN 1011-2:2003 -** Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici
- **UNI EN 1011-3:2005 -** Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili
- **UNI EN 1011-4:2005 -** Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio
- **UNI EN 1011-5:2004 -** Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

Preparazione dei giunti

- **UNI EN 29692:1996 -** Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

Qualificazione dei saldatori

- **UNI EN 287-1:2004 -** Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai
- **UNI EN 1418:1999 -** Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

Controlli non distruttivi

- **UNI EN 1713:2003 –** Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature
- **UNI EN 1714:2003 -** Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati

- **UNI EN 1289:2003 -** Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità
- **UNI EN 1290:2003 -** Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature
- **UNI EN 12062:2004 -** Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici
- **UNI EN 473:2001 -** Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

## 50.39 Elementi strutturali in acciaio

**Prescrizioni generali**
I materiali metallici da impiegare quali elementi strutturali in edilizia dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove fissate dal D.P. 15 luglio 1925 e successive aggiunte e modificazioni e dalle normative UNI vigenti per l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.
La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

L'Appaltatore dovrà informare la Direzione Lavori dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinchè, prima che ne venga iniziata la lavorazione, quest'ultima possa disporre di preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.
E' riservata all'Appaltatore la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati alla Direzione Lavori in tempo utile. Le suddette visite, verifiche e prove, sono a carico dell'Appaltatore.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti. Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopra indicate il Committente potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.
I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro.
I pezzi provvisoriamente accettati dovranno essere contrassegnati e subito verniciati con la prima mano di pittura antiruggine o protettiva a seconda dei casi, previe le prescritte preparazioni.
I pezzi rifiutati dovranno pure essere contrassegnati con diverso marchio ben visibile ed essere conservati così da poterli presentare ad ogni richiesta del Committente, salvo che l'Appaltatore preferisca spezzarli immediatamente alla presenza degli incaricati delle verifiche.
L'Appaltatore non potrà impugnare in alcun modo i risultati delle suddette constatazioni, nè, in caso di rifiuto di una parte della fornitura, potrà invocare l'accettazione di altre parti della fornitura stessa, in seguito a precedenti verifiche.

Qualora la pesatura non sia stata effettuata in officina dovrà essere eseguita in cantiere, in contraddittorio fra il Direttore dei Lavori e l'Appaltatore, prima di iniziare il collocamento in opera.
Delle verifiche e delle pesature, sia eseguite in officina che in cantiere, dovranno essere redatti verbali in contraddittorio fra gli incaricati della Direzione Lavori e dell'Appaltatore.

Qualora non diversamente disposto, i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e precisione di dimensioni; i fori dovranno essere sempre eseguiti interamente al trapano; sarà tollerato l'impiego del punzone per fori eseguiti con diametro di almeno 4 mm inferiore a quello definitivo, ed allargati poi mediante trapano o alesatoio.

Le saldature, chiodature e bullonature dovranno essere accuratamente ripulite e spianate se in vista; così ogni unione dovrà essere perfettamente lavorata e rifinita, specie nelle opere come ringhiere, cancelli, cancellate, inferriate, infissi, ecc. I tagli potranno essere eseguiti con la cesoia; i tagli in vista dovranno essere rifiniti nelle opere che lo richiedano, con la mola.
Non dovranno mai essere ribaditi insieme definitivamente due pezzi di una struttura di acciaio senza aver prima accuratamente ripulite e spalmate abbondantemente le superfici combacianti con antiruggine al minio di piombo. La prima mano di verniciatura dovrà essere data sulla superficie esterna solamente dopo l'accettazione provvisoria e previe le previste preparazioni e l'applicazione di pitture antiruggine o protettive, secondo i casi.

A piè d'opera, e prima ancora di iniziare il montaggio, si dovranno ripulire con cura i pezzi da riunire, in special modo sulle superfici che devono combaciare, ricorrendo, se del caso, a diligenti raschiature e ripristinando altresì, ove occorra, le pitture antiruggine e protettive, nonchè quelle mani di verniciatura che risultassero già applicate.

In tutte quelle parti di strutture metalliche in cui possano raccogliersi le acque, dovranno essere sempre praticati opportuni fori ed intagli, senza pregiudizio però della stabilità del manufatto per il necessario scolo delle acque.

Detti fori dovranno essere diligentemente ripuliti e verniciati. Qualora sia possibile far defluire l'acqua dalle predette parti della struttura, i vani tra gli elementi dovranno essere riempiti con opportuno sigillante.
L'Appaltante rifiuterà quei pezzi e quelle parti di struttura che presentassero difetti di fabbricazione, di lavorazione e di montaggio, o che non fossero conformi ai disegni ed agli ordini impartiti.
L'Appaltatore ha l'obbligo di controllare il fabbisogno dei vari manufatti, rilevando in sito le misure esatte delle diverse opere, il tipo ed il numero di ciascuna di esse, segnalando per iscritto al Direttore dei Lavori ogni divergenza od ostacolo di esecuzione.
Resteranno a carico dell'Appaltatore, in ogni caso, tutte le spese di qualsiasi genere si rendessero necessarie per eliminare gli inconvenienti che derivassero dall'omissione e dall'insufficienza di tali controlli, restando questi obbligato al risarcimento degli eventuali danni.
Prima di iniziare il montaggio in opera delle strutture metalliche l'Appaltatore dovrà accuratamente verificare, ed in tempo opportuno, che le murature corrispondano altimetricamente e planimetricamente alle strutture metalliche che sono destinate a sopportare, e ciò anche quando i lavori in metallo siano appaltati in forma scorporata.

Nel caso in cui l'Appaltatore riscontrasse difetti nelle murature dovrà subito informare per iscritto il Direttore dei Lavori; ove egli non lo facesse prima di iniziare il montaggio delle opere metalliche, resteranno a suo carico, ed in ogni caso, tutte le spese e il risarcimento dei danni.
L'Appaltatore dovrà far tracciare ed eseguire direttamente, sotto la sua responsabilità, gli incassi, i tagli, le incamerazioni, ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti metallici.
Tanto durante la giacenza in cantiere degli infissi, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in opera, l'Appaltatore dovrà avere cura che i manufatti non abbiano a subire guasti e lordure, proteggendoli convenientemente dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli.
Nel collocamento in opera le grappe dovranno essere murate a cemento se cadenti entro murature o simili, mentre dovranno essere fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo se cadenti entro pietre, marmi e simili.
Nella posa in opera dei manufatti sono anche compresi tutti gli oneri ad essa connessi, quali ad esempio: il trasporto, lo scarico, l'immagazzinamento nel deposito di cantiere; la successiva ripresa, l'avvicinamento a piè d'opera, il sollevamento ed i trasporti fino al sito di collocamento; qualsiasi opera provvisionale, di protezione e mezzo d'opera occorrente; ogni materiale di consumo; l'impiego di ogni mano d'opera specializzata, qualificata e comune; le spicconature di intonaco, gli scalpellamenti ed i tagli di murature e nei conglomerati; i tagli, i fori, le impiombature, le imperniature, le sigillature, le incamerazioni ed in genere l'esecuzione di ogni altra lavorazione nelle pietre e nei marmi; le murature di grappe, modelli, zanche, bandelle, bilici, tasselli, ecc.; tutte le ferramenta accessorie a muro quali nottole, ganci, catenelle, braccialetti, piastrine, perni, tubetti, avvolgicinghia, ecc.; la rincocciatura, le stuccature, la ripresa delle murature, dei conglomerati cementizi, degli intonachi e dei rivestimenti, nonchè quanto altro occorra per dare l'opera completamente e perfettamente finita e rifinita.

I manufatti metallici collocati definitivamente in opera dovranno risultare posti nella loro esatta posizione e, se mobili, dovranno avere regolare, libero, completo e perfetto movimento nel chiudersi e nell'aprirsi: in caso contrario sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera necessaria, ogni riparazione ed ogni correzione per eliminare qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata fino all'approvazione del collaudo, restando l'Appaltatore stesso obbligato al risarcimento degli eventuali danni conseguenti.
Ogni guasto arrecato ai manufatti nel loro collocamento in opera, ed i danni che venissero apportati alle eventuali verniciature, dovranno essere riparati a spese dell'Appaltatore.

Le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle e quanto altro da porre in opera a sostegno dei manufatti metallici esterni dovrà essere murato in modo da presentare una lieve pendenza verso l'esterno, così da non consentire all'acqua di colare verso le pareti su cui le grappe, i modelli, ecc. sono fissati.
E' vietato l'impiego del gesso nella muratura dei manufatti di acciaio. Le incamerazioni ed i fori, destinati a ricevere il piombo, il cemento o le resine per il fissaggio, dovranno essere realizzati nelle loro precise dimensioni sia in superficie che in profondità e secondo le prescrizioni. Le incamerazioni ed i fori dovranno essere più larghi sul fondo che alla bocca e, prima di eseguire la sigillatura, dovranno essere accuratamente ripuliti ed asciugati.
Occorrendo, i pezzi da sigillare dovranno essere regolarizzati; quando la sigillatura debba essere fatta con il piombo i pezzi da sigillare dovranno essere uniti col grasso.

Tutte le opere metalliche, qualora non diversamente prescritto, dovranno essere protette e verniciate; per la verniciatura dei manufatti siderurgici, zincati o meno, saranno impiegati smalti o pitture oleosintetiche, epossidiche e epossibituminose, come specificatamente richiesto sui disegni di progetto.

L'esito anche favorevole delle prove e l'accettazione provvisoria, da parte del Direttore dei Lavori, sia dei materiali che dei manufatti, ancorchè posti in opera e verniciati, non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità circa la perfetta riuscita e conservazione delle opere, nè dall'obbligo di sostituire o riparare tutti quei materiali e parti di manufatti che non corrispondessero alle caratteristiche e prove richieste, o quelle che manifestassero difetti, guasti, degradamenti di qualsiasi genere e vizi sfuggiti agli esami preliminari, o che non siano conformi alle norme del presente Capitolato ed agli ordini impartiti.
Per quanto riguarda la protezione contro il fuoco, nella progettazione e nell'esecuzione di costruzioni in acciaio dovranno essere osservate le prescrizioni della circolare n. 91 del 14 settembre 1961 del Ministero dell'interno, Direzione Generale Servizi Antincendio, "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura di acciaio destinati ad uso civile", nonchè le prescrizioni di cui alla "Normativa tecnica sulla sicurezza contro il fuoco dei fabbricati con struttura in acciaio" pubblicata dal Consiglio Nazionale delle Ricerche sul Bollettino Ufficiale (Norme Tecniche) n. 37 del 25 luglio 1973 e successive aggiunte e modifiche.
Dovrà inoltre essere osservato quanto disposto dagli artt. 38 e 39 del D.P.R. 27 aprile 1955 n. 547 che riguardano le protezioni dalle scariche atmosferiche, con il rispetto dei DD.MM. 12 settembre 1959 e 22 febbraio 1965.
La calcolazione strutturale, relativa direzione di cantiere esecutivo e collaudazione ai fini di ogni responsabilità civile e penale ai sensi della legge 5 novembre 1971 n. 1086 art. 2 sarà a carico dell'Appaltatore ma dovrà essere preventivamente accettata dalla Direzione Lavori che potrà imporre tutte le modifiche atte a rendere più consona alle funzioni progettuali le opere realizzate.
Gli oneri economici relativi saranno totalmente a carico dell'Appaltatore in quanto già compresi nei singoli prezzi unitari.

**Composizione degli elementi strutturali**
*Spessori limite*
É vietato l'uso di profilati con spessore $t$<4 mm.
Le limitazioni di cui sopra non riguardano ovviamente elementi e profili sagomati a freddo.
*Impiego di ferri piatti*
L'impiego di piatti o larghi piatti, in luogo di lamiere, per anime e relativi coprigiunti delle travi a parete piena, e in genere per gli elementi in lastra soggetti a stati di tensione biassiali appartenenti a membrature aventi funzione statica non secondaria, è ammesso soltanto se i requisiti di accettazione prescritti per il materiale (in particolare quelli relativi alle prove di piegamento a freddo e resilienza) siano verificati anche nella direzione normale a quella di laminazione.
*Variazioni di sezione*
Le eventuali variazioni di sezione di una stessa membratura devono essere il più possibile graduali, soprattutto in presenza di fenomeni di fatica. Di regola sono da evitarsi le pieghe brusche. In ogni caso si dovrà tener conto degli effetti dell'eccentricità.
Nelle lamiere o piatti appartenenti a membrature principali e nelle piastre di attacco le concentrazioni di sforzo in corrispondenza di angoli vivi rientranti debbono essere evitate mediante raccordi i cui raggi saranno indicati nei disegni di progetto.
*Giunti di tipo misto*
In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

**Unioni a taglio con bulloni normali**
*Bulloni*

La lunghezza del tratto non filettato del gambo del bullone deve essere in generale maggiore di quella della parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette. Qualora resti compreso nel foro un tratto filettato se ne deve tenere adeguato conto nelle verifiche di resistenza.
In presenza di vibrazioni o inversioni di sforzo, si devono impiegare controdadi oppure rosette elastiche, tali da impedire l'allentamento del dado. Per bulloni con viti 8.8 e 10.9 è sufficiente l'adeguato serraggio.
*Tolleranze foro - bullone. Interassi dei bulloni e distanze dai margini*
I fori devono avere un diametro uguale a quello del bullone maggiorato non più di 1 mm per diametri del bullone inferiori a 20 mm. e di 1,5 mm per diametri dei bulloni superiori a 20 mm.

**Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza**
*Pulizia delle superfici*
Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive cioè di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.
La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purchè vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica. Le giunzioni calcolate con $\mu = 0,45$ debbono comunque essere sabbiate al metallo bianco.

*Bulloni*
I bulloni, i dadi e le rosette devono portare, in rilievo impresso, il marchio di fabbrica e la classificazione secondo la **UNI EN 20898**.
*Interasse dei bulloni e distanze dai margini*
Valgono le limitazioni di cui al punto 62*.2.2.*
*Serraggio dei bulloni*
Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata; tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di ±5%.
Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:
*a*) si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
*b*) dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.
Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.
La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.

*Prescrizioni particolari*
Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

**Unioni saldate**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.
I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo **EN 287-1** da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo **EN 1418**. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo **EN2883**.
Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.
L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.
Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).
Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.
Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo **EN 473** almeno di secondo livello.

È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché garantiti da adeguata documentazione tecnica.
Le saldature dovranno in ogni caso essere sottoposte a controlli non distruttivi finali al fine di accertare la rispondenza ai livelli di qualità richiesti dal progetto.
L'entità ed il tipo di controlli sono definiti nel capitolo 11 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

**Unioni per contatto**
Le superfici di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.
Le membrature senza flange di estremità devono avere le superfici di contatto segate o, se occorre, lavorate con la piallatrice, la fresatrice o la molatrice.
Per le membrature munite di flange di estremità si devono distinguere i seguenti casi:
- per flange di spessore inferiore o uguale a 50 mm è sufficiente la spianatura alla pressa o con sistema equivalente;
- per flange di spessore compreso tra i 50 ed i 100 mm, quando non sia possibile una accurata spianatura alla pressa, è necessario procedere alla piallatura o alla fresatura delle superfici di appoggio;
- per flange di spessore maggiore di 100 mm le superfici di contatto devono sempre essere lavorate alla pialla o alla fresa.

Nel caso particolare delle piastre di base delle colonne si distingueranno i due casi seguenti:

- per basi senza livellamento con malta occorre, sia per la piastra della colonna che per l'eventuale contropiastra di fondazione, un accurato spianamento alla pressa e preferibilmente la piallatura o la fresatura;
- per basi livellate con malta non occorre lavorazione particolare delle piastre.

**Piastre od apparecchi di appoggio**

*Basi di colonne*

Le piastre di appoggio e le relative eventuali costolature devono essere proporzionate in modo da assicurare una ripartizione approssimativamente lineare della pressione sul cuscinetto sottostante.

I bulloni di ancoraggio devono essere collocati a conveniente distanza dalle superfici che limitano lateralmente la fondazione.

*Appoggi metallici (fissi e scorrevoli)*

Di regola, per gli appoggi scorrevoli, non sono da impiegare più di due rulli o segmenti di rullo; se i rulli sono due occorrerà sovrapporre ad essi un bilanciere che assicuri l'equipartizione del carico. Il movimento di traslazione dei rulli deve essere guidato in modo opportuno, dispositivi di arresto devono essere previsti dove il caso lo richieda. Le parti degli apparecchi che trasmettono pressioni per contatto possono essere di acciaio fuso, oppure ottenute per saldatura di laminati di acciaio. Le superfici di contatto devono essere lavorate con macchina utensile.

*Appoggi di gomma*

Per gli appoggi di gomma si applicheranno le istruzioni di cui alla norma **CNR 10018/87** (Bollettino Ufficiale C.N.R. - XXVI - n. 161 - 1992).

*Appoggio delle piastre di base*

È necessario curare che la piastra di base degli apparecchi di appoggio delle colonne appoggi per tutta la sua superficie sulla sottostruttura attraverso un letto di malta.

**Travi a parete piena e reticolari**

*Travi chiodate*

Nel proporzionamento delle chiodature che uniscono all'anima i cantonali del corrente caricato, si deve tener conto del contributo di sollecitazione di eventuali carichi direttamente applicati al corrente stesso. Se tali carichi sono concentrati ed il corrente è sprovvisto di piattabande, si provvederà a diffonderli con piastra di ripartizione.

Le interruzioni degli elementi costituenti le travi devono essere convenientemente distanziate e singolarmente provviste di coprigiunto. La coincidenza trasversale di più interruzioni non è ammessa neanche per coprigiunto adeguato alla sezione interrotta, eccettuato il caso di giunti di montaggio. I coprigiunti destinati a ricostituire l'intera sezione dell'anima devono estendersi all'intera altezza di essa.

Nelle travi con pacchetti di piattabande distribuite con il criterio di ottenere l'uniforme resistenza a flessione, ciascuna piattabanda deve essere attaccata al pacchetto esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo; il prolungamento di ogni piattabanda oltre la sezione in cui il momento flettente massimo eguaglia quello resistente, deve essere sufficiente per consentire la disposizione di almeno due file di chiodi, la prima delle quali può essere disposta in corrispondenza della sezione suddetta.

*Travi saldate*

Quando le piattabande sono più di una per ciascun corrente si potranno unire tra loro con cordoni d'angolo laterali lungo i bordi, purchè abbiano larghezza non maggiore di 30 volte lo spessore.

L'interruzione di ciascuna piattabanda deve avvenire esternamente alla zona dove ne è necessario il contributo, prolungandosi per un tratto pari almeno alla metà della propria larghezza. In corrispondenza della sezione terminale di ogni singolo tronco di piattabanda si deve eseguire un cordone d'angolo di chiusura che abbia altezza di gola pari almeno alla metà dello spessore della piattabanda stessa e sezione dissimmetrica

col lato più lungo nella direzione della piattabanda. Inoltre, in presenza di fenomeni di fatica, la piattabanda deve essere raccordata al cordone con opportuna rastremazione.

*Nervature dell'anima*
Le nervature di irrigidimento dell'anima in corrispondenza degli appoggi della trave o delle sezioni in cui sono applicati carichi concentrati devono essere, di regola, disposte simmetricamente rispetto all'anima e verificate a carico di punta per l'intera azione localizzata.
Potrà a tali effetti considerarsi collaborante con l'irrigidimento una porzione d'anima di larghezza non superiore a 12 volte lo spessore dell'anima, da entrambe le parti adiacenti alle nervature stesse.
Per la lunghezza d'inflessione dovrà assumersi un valore commisurato alle effettive condizioni di vincolo dell'irrigidimento ed in ogni caso non inferiore ai ¾ dell'altezza dell'anima.
Le nervature di irrigidimento di travi composte saldate devono essere collegate all'anima mediante cordoni di saldatura sottili e, di regola, continui.
Nel caso si adottino cordoni discontinui, la lunghezza dei tratti non saldati dovrà essere inferiore a 12 volte lo spessore dell'anima, e, in ogni caso, a 25 cm; inoltre nelle travi soggette a fatica si verificherà che la tensione longitudinale nell'anima non superi quella ammissibile a fatica per le disposizioni corrispondenti.

*Travi reticolari*
Gli assi baricentrici delle aste devono di regola coincidere con gli assi dello schema reticolare; tale avvertenza è particolarmente importante per le strutture sollecitate a fatica. La coincidenza predetta per le aste di strutture chiodate o bullonate costituite da cantonali può essere osservata per gli assi di chiodatura e bullonatura anzichè per gli assi baricentrici.
Il baricentro della sezione resistente del collegamento ai nodi deve cadere, di regola, sull'asse geometrico dell'asta. Ove tale condizione non sia conseguibile, dovrà essere considerato, nel calcolo del collegamento, il momento dovuto all'eccentricità tra baricentro del collegamento e asse baricentrico dell'asta.
Nei correnti a sezione variabile gli elementi, che via via si richiedono in aumento della sezione resistente, devono avere lunghezza tale da essere pienamente efficienti là ove ne è necessario il contributo.

## 50.40 Protezione superficiale

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, dovranno essere idoneamente protetti tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato.
Devono essere particolarmente protetti gli elementi dei giunti ad attrito, in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del giunto.

Il progettista prescriverà il tipo e le modalità di applicazione della protezione, che potrà essere di pitturazione o di zincatura a caldo.
Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di conglomerato cementizio non dovranno essere pitturati, potranno essere invece zincati a caldo.

**Verniciatura**
Ove previsto in progetto, tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.
Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.
Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati; non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato; tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione; per entrambi i cicli (quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne), l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a) in officina, a lavorazione ultimata:
   - sabbiatura di tutte le superfici;
   - applicazione dello strato di primer;
b) in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
   - spazzolatura dei punti da ritoccare;
   - ritocchi sullo strato di primer;
   - applicazione dello strato intermedio;
   - applicazione dello strato di finitura.

**Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie**

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.
Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto; l'Appaltatore, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Appaltatore alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Appaltatore, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni; la decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Appaltatore resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.
L'Appaltatore è tenuto inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

**Preparazione delle superfici**
*Sabbiature*
Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.
Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.
Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.
A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.
Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

*Spazzolatura*
Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.
Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.
La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).
Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.
Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

**Cicli di verniciatura**
I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

*Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A*

*Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:*

a Sabbiatura di grado A Sa 2½;

b Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 76%;
- zinco metallico nel film secco > 86%;
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela > 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 260 K;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

| **temperatura** | **tempi minimi di sovraverniciatura** |
|---|---|
| 260 K | 7 d |
| 277 K | 48 h |
| 289 K | 24 h |

*Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio*

c spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 80%;
- zinco metallico nel film secco > 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela > 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

| **temperatura** | **tempi minimi di sovraverniciatura** |
|---|---|
| 283 K | 8 h |
| 289 K | 6 h |

e applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 59%
- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela > 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

| **temperatura** | **tempi minimi di sovraverniciatura** |
|---|---|
| 283 K | 24 h |
| 289 K | 12 h |

f applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela > 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

*Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B*
*Esecuzione in officina a lavorazione ultimata*
a-bsi richiamano integralmente le norme precedenti.

*Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio*
c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.
e applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: > 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: > 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido: > 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: > g/l 1500;
- temperatura minima di applicazione: 283 K

**TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista**

| Esecuzione | in officina | | in opera | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Caratteristiche | 26.4.4.1.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.1.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |
| | | 26.4.4.1.1/b | | 26.4.4.1.2/d | 26.4.4.1.2/e | 26.4.4.1.2/f |
| applicazione | | airless | | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,080 | 0,050 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1250 | ≥1200 |
| contenuto solido | | ≥76% | | ≥80% | ≥59% | ≥57% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| legante | Sabbiatura A SA 2½ | silicato di etile | Spazzolatura C St 3 | epossipoliammidico | epossipoliamminico vinilico | poliuretano isocianico alifatico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 277 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d<br>a 277K: 48h<br>a 289K: 24h | | a 283K: 8h<br>a 289K: 6h | a 283K: 24h<br>a 289K: 12h | |

| **TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Esecuzione | in officina | | in opera | | | |
| Caratteristiche | 26.4.4.2.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.2.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |
| | | 26.4.4.2.1/b | | 26.4.4.2.2/d | 26.4.4.2.2/e | 26.4.4.2.2/f |
| applicazione | Sabbiatura A SA 2½ | airless | Spazzolatura C St 3 | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,075 | 0,150 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1350 | ≥1500 |
| contenuto solido | | ≥76% | | ≥80% | ≥50% | ≥75% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |
| legante | | silicato di etile | | epossipoliammidico | epossipoliammidico | epossidico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 283 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d<br>a 277K: 48h<br>a 289K: 24h | | a 283K: 8h<br>a 289K: 6h | a 283K: 24h<br>a 289K: 12h | |

*Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente*

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:

- sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
- applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.

2) In opera:

- operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle uperfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
- ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
- strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
- epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
- applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
- applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.
Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

**Zincatura a bagno caldo**
Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.
Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità FeB400S e FeB500S.
Tutte le strutture in carpenteria metallica previste nel presente progetto dovranno essere zincate a bagno caldo prima dell'assemblaggio strutturale finale, che dovrà prevedere esclusivamente montaggi mediante bullonature, tasselli o chiodature; non saranno ammesse saldature di assemblaggio realizzate in cantiere.
Il processo di zincatura dovrà essere sendzimir od equivalente, per immersione in zinco in fusione.

**Procedimento di zincatura a caldo per immersione**
Il trattamento preliminare comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 400÷430 K.
Per l'immersione in bagno di zinco dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.
Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione degli elementi di carpenteria nel bagno di zinco sarà variabile in funzione della superficie da zincare e dello spessore del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m2 di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 μm ±10%.
Qualora la carpenteria zincata debba essere inglobata in getti di calcestruzzo fresco, alla zincatura seguirà il trattamento di cromatazione.

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.
Dovrà essere aderente all'acciaio in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Elementi eventualmente incollati assieme dopo la zincatura o che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutati.
Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.
In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Appaltatore ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.
In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.
Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m2 ±10% la partita sarà accettata.
In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m2 -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.
La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.
Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.
In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni.
Inoltre se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata mentre se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.
Il trattamento di zincatura a caldo dovrà essere effettuato sempre dopo la lavorazione per deformazione (es: piegatura di barre o piatti).
*Norme di riferimento*
I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

- **UNI EN 12329** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;
- **UNI EN 12330** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;
- **UNI EN 12487** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;
- **UNI EN 12540** - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;
- **UNI EN 1403** - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;
- **UNI EN ISO 12944-1** - Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
- **UNI EN ISO 12944-2** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
- **UNI EN ISO 12944-3** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;
- **UNI EN ISO 12944-4** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;
- **UNI EN ISO 12944-6** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Prove di laboratorio per le prestazioni;
- **UNI EN ISO 12944-7** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

## 50.41 Strutture bullonate

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:
- gambo completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado, che viene avvitato nella parte filettata della vite;
- rondelle.

In presenza di vibrazioni dovuti a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado vengono applicati rondelle elastiche oppure dei controdadi.
Le caratteristiche dichiarate dal produttore verranno verificate dalla Direzione Lavori, secondo le procedure previste nel D.M. 19.09.2005, presso un laboratorio ufficiale.

Le superfici di contatto al montaggio si devono presentare pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso.

La pulitura deve, di norma, essere eseguita con sabbiatura al metallo bianco; è ammessa la semplice pulizia meccanica delle superfici a contatto per giunzioni montate in opera, purchè vengano completamente eliminati tutti i prodotti della corrosione e tutte le impurità della superficie metallica.

Il serraggio dei bulloni può essere effettuato:
a) mediante chiave dinamometrica a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata, o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata, tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di $\pm$ 5%. Le chiavi impiegate per il serraggio e nelle verifiche dovranno essere munite di un certificato di taratura emesso in data non superiore all'anno. Il valore della coppia di serraggio $T_s$, da applicare sul dado o sulla testa del bullone, in funzione dello sforzo normale $N_s$ presente nel gambo del bullone è dato dalla seguente relazione:

$$T_s = 0{,}20 \cdot N_s \cdot d$$

dove $d$ è il diametro nominale di filettatura del bullone,

$$N_s = 0{,}80 \cdot f_{k,N} \cdot A_{res}$$

essendo $A_{res}$ l'area della sezione resistente della vite e $f_{k,N}$ tensione di snervamento.
La norma **CNR 10011** detta precise regole riguardo le dimensioni che devono avere i bulloni normali e quelli ad alta resistenza, i materiali impiegati per le rosette e le piastrine, il modo di accoppiare viti e dadi ed il modo in cui devono essere montate le rosette.

**Tabella - Valori dell'area resistente, della forza normale e della coppia di serraggio per vari tipi di bulloni (CNR 10011)**

| Diametro D (mm) | Area resistente $A_{res}$ ($mm^2$) | Coppia di serraggio Ts (N· m) | | | | | Forza normale Ts (kN) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4,6 | 5,6 | 6,6 | 8,8 | 10,9 | 4,6 | 5,6 | 6,6 | 8,8 | 10,9 |
| 12 | 84 | 39 | 48 | 58 | 90 | 113 | 16 | 20 | 24 | 38 | 47 |
| 14 | 115 | 62 | 77 | 93 | 144 | 180 | 22 | 28 | 33 | 52 | 64 |
| 16 | 157 | 96 | 121 | 145 | 225 | 281 | 30 | 38 | 45 | 70 | 88 |
| 18 | 192 | 133 | 166 | 199 | 309 | 387 | 37 | 46 | 55 | 86 | 108 |
| 20 | 245 | 188 | 235 | 282 | 439 | 549 | 47 | 59 | 71 | 110 | 137 |
| 22 | 303 | 256 | 320 | 384 | 597 | 747 | 58 | 73 | 87 | 136 | 170 |
| 24 | 353 | 325 | 407 | 488 | 759 | 949 | 68 | 85 | 102 | 158 | 198 |
| 27 | 459 | 476 | 595 | 714 | 1110 | 1388 | 88 | 110 | 132 | 206 | 257 |
| 30 | 561 | 646 | 808 | 969 | 1508 | 1885 | 108 | 135 | 161 | 251 | 314 |

b) mediante serraggio a mano o con chiave a percussione fino a porre a contatto le lamiere fra testa e dado. Si dà infine una rotazione al dado compresa fra 90° e 120° con tolleranze di 60° in più.
Durante il serraggio la norma **CNR UNI 10011** consiglia di procedere nel seguente modo:
- serrare i bulloni, con una coppia pari a circa il 60% della coppia prescritta, iniziando dai bulloni più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni;
- ripetere l'operazione, come sopra detto, serrando completamente i bulloni.

Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:
- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado;

- dopo avere marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione pari a 60° e poi riserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.

Nella pratica esecutiva del controllo in situ si usa verniciare di colore verde i bulloni che risultano conformi ed in rosso quelli non conformi. Le indagini vengono condotte redigendo delle tabelle, una per ogni collegamento, nelle quali vengono riportati le seguenti caratteristiche: valore della coppia di serraggio, mancanza del bullone, non coincidenza tra gli assi del foro e del bullone, etc.

- **Controlli non distruttivi sulle strutture in acciaio**

**Generalità**

Il direttore dei lavori per le strutture in acciaio dovrà eseguire i seguenti controlli:

*1*) esame visivo conformemente alle norme **CNR UNI 10011**;

*2*) controllo chimico che accerti che la composizione dei materiali rispecchi quanto previsto dalle norme suddette;

*3*) controllo con chiave dinamometrica che accerti che i bulloni di ogni classe siano serrati secondo quanto previsto dalla norma **CNR UNI 10011**.

4) controllo della corretta esecuzione delle saldature.

**Personale di saldatura**

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo EN 287-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo non potranno essere qualificati mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo EN2883.

*Norme di riferimento*:

**UNI EN 287-1:2004** - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte 1: Acciai

**UNI EN 1418:1999** - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici.

**Modalità di esecuzione delle saldature**

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo **ISO 4063**. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della **EN 1011** punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la **EN 29692**.

**Controllo di qualità delle strutture saldate**

Il controllo delle saldature e il controllo di qualità deve accertare che le giunzioni saldate corrispondano alla qualità richiesta dalle condizioni di esercizio e quindi progettuali, il direttore dei lavori potà fare riferimento alla norma **UNI EN 12062**.
Per un'ottimale saldatura bisogna fare riferimento ai seguenti punti:
- controllo di tutti i fattori di cui è già nota e certa l'influenza sicura, positiva o negativa (tipi di materiali, preparazione dei lembi, posizioni di saldatura, tecnica di saldatura, manodopera impiegata);
- valutazione pratica, mediante prove da effettuarsi prima della realizzazione dell'opera, dell'effetto di fattori di cui non è definibile a priori l'influenza e che possono essere collegati all'impiego di materiali, tecniche e condizioni di saldatura non consuete;
- applicazione di tutte le precauzioni che l'esperienza e le regole dell'arte suggeriscono;
- valutazione diretta dei risultati ottenuti sulle saldature dell'opera.

Il controllo delle saldature deve avvenire nelle seguenti tre fasi:
- verifiche e prove preliminari;
- ispezione durante la preparazione e l'esecuzione delle saldature;
- controllo diretto dei giunti saldati.

La prima fase è quella che viene tradizionalmente chiamata controllo indiretto delle saldature. Tra le verifiche e le prove preliminari, cioè precedenti l'esecuzione delle saldature della costruzione, il tecnico eseguirà l'esame della documentazione progettuale. Di esse sono rilevanti l'esame del progetto esecutivo in modo da potere fornire all'officina tutti i dati necessari e l'adeguatezza dei materiali e delle tecniche di saldatura previste.
Con l'ispezione durante la costruzione il tecnico potrà accertarsi che tutto quello che è stato stabilito nella documentazione tecnica fornita all'officina, e i particolari accorgimenti dalla buona pratica siano effettivamente adottati per garantire una migliore esecuzione della saldatura.
Con il controllo diretto invece si procede al collaudo vero e proprio del giunto realizzato.
Nella pratica il controllo non segue rigidamente le tre fasi.

**Difetti delle saldature**

In generale i difetti di saldatura sono delle discontinuità che possono distinguersi nei seguenti due tipi (1):
- *disomogeneità metallurgiche* (chimiche o strutturali) tra la zona fusa e/o la zona termicamente alterata ed il materiale base inalterato, nocive alle caratteristiche meccaniche e ad altre caratteristiche del giunto (per esempio tempra o ingrossamento del grano nella saldatura degli acciai al carbonio, precipitazione di fase sigma o di carburi di cromo nella saldatura degli acciai inossidabili austenitici al cromo-nichel);
- *discontinuità metalliche*, nocive essenzialmente alle caratteristiche meccaniche, ma che in certi casi possono influenzare anche altre caratteristiche del giunto come, ad esempio, cricche o inclusioni di scorie.

I difetti del primo tipo possono essere individuati con prove meccaniche, di resistenza alla corrosione, esami al microscopio metallografico.
I difetti del secondo tipo si individuano con controlli non distruttivi come l'esame radiografico o quello ultrasonico.

(1)Il giunto saldato ha la particolarità caratteristica di unire permanentemente due parti solide realizzando la continuità del materiale; proprio per questa ragione le costruzioni saldate sono spesso definite monolitiche. Qualora detta continuità sia imperfetta, si ha un difetto di saldatura, ma non tutte le imperfezioni delle saldature sono catalogabili come difetti di saldatura. Infatti in una costruzione saldata si possono verificare inconvenienti anche dopo un certo periodo di esercizio ed è spesso difficile stabilire se essi sono stati causati proprio dalle alterazioni determinate dal procedimento di saldatura o da altre cause.
Le condizioni di servizio possono, ad esempio determinare inconvenienti come :
- cricche (da attacco corrosivo, da tensocorrosione, da fatica, et.);
- cavità superficiali provocate da corrosioni;
- alterazioni strutturali come ingrossamento del grano;
- precipitazioni di fasi nocive alla resistenza meccanica o a quella alla corrosione del materiale dovute a trattamenti termici non corretti o a condizioni termiche di esercizio non adatte ai materiali adottati.

Si fa rilevare che con i controlli non distruttivi non si ha la possibilità di individuare i difetti del primo tipo, da ciò discende la particolare metodologia di collaudo delle costruzioni saldate, in cui grande importanza hanno i cosiddetti controlli indiretti.

*Cricche*

Si definisce cricca una discontinuità originatasi per strappo in materiale metallico originariamente continuo. Se le cricche hanno dimensioni molto ridotte (inferiori a circa 1 mm) vengono dette microcricche .

Le cricche sono il difetto più grave e temibile di un giunto saldato, poiché una cricca anche se di piccole dimensioni è sempre una rottura in atto che può essere suscettibile di ingrandirsi con il tempo a seconda delle condizioni di esercizio e delle sue caratteristiche iniziali, causando di conseguenza il cedimento del giunto.

*Difetti esterni o di profilo*

I difetti esterni o di profilo possono essere classificati come:

a) *eccesso di sovrametallo*. E' riscontrabile nei giunti di testa;

b) *cordone d'angolo troppo convesso*. E' tipico dei giunti d'angolo dovuto ad errato maneggio dell'elettrodo da parte del saldatore e dipendono da corrente eccessiva associata ad uno scorretto maneggio dell'elettrodo;

c) *incisioni marginali*. Sono presenti nei cordoni eseguiti manualmente più frequentemente in posizione diversa da quella piana e dipendono dalla scarsa abilità del saldatore;

d) *irregolarità superficiale*. Si riscontra quando le maglie del cordone anziché essere disposte parallelamente una di seguito all'altra, hanno andamento irregolare, con variazioni di profilo del cordone, avvallamenti denuncianti i punti di ripresa, etc.;

e) *slivellamento dei lembi*, dovuto al montaggio imperfetto che non consente la possibilità di eseguire una saldatura regolare;

f) *spruzzi e sputi*. Sono depositi più o meno grandi e dispersi, generalmente incollati sulla superficie del metallo base vicino al cordone. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad elettrodi rivestiti (basico e cellulosico) e del procedimento MAG;

g) *colpi d'arco*. Consistono in una fusione, localizzata del materiale base avvenuta generalmente senza materiale d'apporto. Sono difetti tipici della saldatura manuale ad arco erroneamente innescato sul materiale e non, come di regola, su un lembo del cianfrino.

*Pericolosità e criteri di accettabilità dei difetti*

Nel considerare la pericolosità di un difetto e quindi nel fissare un criterio di accettabilità dello stesso (eventualmente in funzione delle sue dimensioni), non si può astrarre dal contesto in cui tale difetto si trova.

E' necessario considerare il tipo di sollecitazione cui il giunto è sottoposto, il tipo e l'importanza della struttura di cui il giunto fa parte, le caratteristiche del materiale e molti altri fattori:

a) *sollecitazioni statiche*. I difetti siano essi superficiali o interni, riducono la sezione resistente del giunto, con conseguente aumento del livello di tensione medio ed una diminuzione della capacità di carico del giunto;

b) *sollecitazioni di fatica*. L'effetto di intaglio (aumento di tensione locale) cui da luogo il difetto limita notevolmente la resistenza del giunto.

c) *servizio a bassa temperatura*. Nel caso di costruzioni saldate che lavorano a bassa temperatura è un aspetto dannoso dei difetti, poiché comporta l'aumento del grado di pluriassialità delle tensioni, con conseguente limitazione delle entità delle tensioni di taglio e possibilità di innesto e propagazione di rotture fragili.

I criteri di accettabilità dei difetti devono essere più severi quando la costruzione saldata deve sopportare condizioni di servizio onerose eventualmente aggravate dalla presenza di sollecitazioni ripetute e/o rischio di rottura fragile.

**Controlli non distruttivi**

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della **EN 12062**.

I controlli verranno certificati da un laboratorio ufficiale ed eseguiti da un operatore qualificato, secondo **EN473**, almeno di secondo livello.

*Metodo dei liquidi penetranti*

Il metodo dei liquidi penetranti costituisce per la sua semplicità di impiego il primo metodo impiegato per l'esecuzione di controlli non distruttivi. I liquidi impiegati sono di aspetto oleoso, colorato con alta capacità di penetrazione anche nelle fessure più sottili e cricche più invisibili presenti sulla superficie dell'elemento metallico. Una volta rimossa la parte di liquido rimasta in superficie, quella presente nelle eventuali fessure e nelle cricche viene opportunamente evidenziata individuando così il difetto costruttivo dell'elemento strutturale.

Le fasi del metodo sono le seguenti:

*1. Pre-lavaggio*. Per favorire la penetrazione del liquido in eventuali fessure o cricche è necessario eseguire il lavaggio preliminare dell'elemento con prodotti sgrassanti o solventi organici per pezzi nuovi e con paste abrasive, soluzioni saponate, etc. per pezzi usati;

*2. Applicazione.* Consiste nell'applicazione del liquido penetrante(2) sulla superficie dell'elemento per immersione, tamponatura o spruzzo;

*3. Lavaggio.* Ha lo scopo di rimuovere il liquido in eccesso rimasto sulla superficie dell'elemento metallico evitando però di rimuovere quello penetrato;

*4. Sviluppo.* Per migliorare la visibilità del liquido colorato penetrato viene applicata della polvere di sviluppo o mezzo di contrasto;

*5. Osservazione.* Ha lo scopo di valutare ed interpretare l'entità (della fessura o della cricca) dei difetti evidenziati.

*Norme di riferimento*:

**UNI EN 571-1** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Principi generali;

**UNI 8374** - Prove non distruttive. Prodotti per l' esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove.

**UNI EN ISO 3059** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione:

**UNI EN ISO 3452-2** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Prove dei materiali utilizzati nell'esame con liquidi penetranti;

**UNI EN ISO 3452-3** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Blocchi di riferimento per le prove;

**UNI EN ISO 3452-4** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti. Attrezzatura;

**UNI 8374** - Prove non distruttive. Prodotti per l'esame con liquidi penetranti. Classificazione, caratteristiche e prove;

**UNI EN ISO 12706** - Prove non distruttive. Terminologia. Termini utilizzati nel controllo con liquidi penetranti;

---

([2]) Il tipo di liquido penetrante dipende dagli obiettivi del metodo di controllo.

**UNI EN 1289** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti delle saldature. Livelli di accettazione;
**UNI EN 1371-1** - Fonderia. Controllo con liquidi penetranti. Getti colati in sabbia, colati in conchiglia per gravità ed a bassa pressione;
**UNI EN 1371-2** - Fonderia. Controlli con liquidi penetranti. Fusioni a cera persa;
**UNI ISO 4386-3** - Cuscinetti radenti. Cuscinetti radenti metallici multistrato. Prove non distruttive con liquidi penetranti;
**UNI EN 10228-2** - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti;
**UNI EN 10246-11** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione dei difetti superficiali.

*Metodo magnetico*
E' un metodo economico ed efficace per il controllo non distruttivo di elementi metallici per l'individuazione dei difetti superficiali o semi superficiali.
Il principio del metodo consiste nella magnetizzazione dell'elemento metallico sfruttando il fattore che i difetti si comportino come campi magnetici dispersi
Il metodo si applica nelle seguenti fasi:
- *Smagnetizzazione preliminare*, qualora necessaria, per l'eliminazione di eventuali tracce di magnetismo residuo in parti dell'elemento;
- *Sgrassaggio* superficiale dell'elemento con solventi per evitare forme di trattenimento di polvere magnetica;
- *Magnetizzazione.* Può essere del tipo longitudinale o trasversale o combinato;
- *Applicazione della polvere magnetica*;
- *Ispezione* per l'individuazione dei difetti sulla base del colore e della fluorescenza delle tracce lasciate dalla polvere magnetica;
- *Smagnetizzazione finale* dell'elemento controllato per consentirne la successiva lavorazione od ulteriore controllo.

Il metodo di controllo può essere applicato soltanto a materiali ferromagnetici, quindi, sono da escludersi le leghe leggere e gli acciai austenitici.

*Metodo ultrasonico*
Il metodo ultrasonico consente di rilevare difetti anche a considerevoli profondità e in parti interne dell'elemento a condizione che esso sia un conduttore di onde sonore. E' utilizzato ampiamente per il controllo delle saldature specialmente a piena penetrazione .
I metodi ultrasonici si possono classificare in :
- *tecnica per trasmissione o per trasparenza*. La tecnica si basa sulla misurazione delle onde ultrasoniche inviate da una sonda emittente che dopo avere attraversato l'elemento arrivano ad una sonda ricevente posizionata nella parte opposta;
- *tecnica per riflessione*. La tecnica utilizza un solo trasduttore angolare rice-trasmittente e sfrutta l'energia degli ultrasuoni, continue o ad impulsi, che vengono riflessi dalla parete di fondo o eventualmente dalle superfici del difetto presente nell'elemento da esaminare. Mediante la misura della variazione di intensità delle onde ultrasoniche, misurate con un oscillografo, che le rappresenta con uno oscillogramma. Il diagramma inizia sempre con un picco (impulso di emissione), la presenza di difetto è rappresentata da un picco di altezza minore (eco di difetto), che ne indica anche la posizione;
- *tecnica per risonanza*. La tecnica si basa sul fenomeno della risonanza quando l'elemento viene attraversato da un'onda ultrasonica continua;
- *tecnica ad echi multipli*. La tecnica è una variante di quella per riflessione

Il metodo per riflessione consiste nello sfruttare la particolare capacità di alcuni materiali, detti trasduttori, che trasformano l'energia meccanica in energia elettrica e viceversa. Tramite tali materiali, conglobati in un piccolo zoccolo con una superficie piena di plexiglass, vengono inviati degli impulsi nel materiale da controllare, usando un opportuno liquido di accoppiamento, come per una normale ecografia medicale.
Le onde ultrasoniche possono essere inviate sia ortogonalmente alla superficie del materiale in esame, sia con una certa inclinazione; semplici applicazioni trigonometriche permetteranno di conoscere precisamente la distanza, l'estensione e la profondità del difetto.

*Norme di riferimento per i metodi magnetico e ultrasonico:*
**UNI EN ISO 3059** - Prove non distruttive. Esame con liquidi penetranti e controllo magnetoscopico. Condizioni di visione;
**UNI EN ISO 9934-1** - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 1: Principi generali;
**EN ISO 9934-3** - Prove non distruttive. Magnetoscopia. Parte 3: Apparecchiature;
**UNI EN 1290** - Controlli non distruttivi delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature;
**UNI EN 1291** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico delle saldature. Livelli di accettazione;
**UNI EN 1369** - Fonderia. Controllo mediante particelle magnetiche;
**UNI ISO 9402** - Tubi di acciaio senza saldatura e saldati (escluso ad arco sommerso) per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza di tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni longitudinali;
**UNI ISO 9598** - Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione. Controllo a flusso disperso con sonde magnetiche su tutta la circonferenza dei tubi di acciaio ferromagnetico per la rilevazione di imperfezioni trasversali;
**UNI EN 10228-1** - Prove non distruttive dei fucinati di acciaio. Controllo magnetoscopico;
**UNI EN 10246-1** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico elettromagnetico per la verifica della tenuta idraulica di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (escluso all'arco sommerso);
**UNI EN 10246-4** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura per la rilevazione di difetti trasversali;
**UNI EN 10246-5** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo automatico dell'intera superficie mediante trasduttori magnetici/flusso disperso di tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati (eccetto quelli ad arco sommerso) per la rilevazione dei difetti longitudinali;
**UNI EN 10246-12** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dei tubi di acciaio ferromagnetico senza saldatura e saldati per la rilevazione di difetti superficiali;
**UNI EN 10246-18** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo mediante particelle magnetiche dell'estremità dei tubi di acciaio ferromagnetici senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari.
**UNI EN 1712:2005** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati. Livelli di accettabilità;
**UNI EN 1713:2005** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature;
**UNI EN 1714:2005** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati.

*Metodo radiografico*

L'esame dell'elemento è effettuato sfruttando i raggi X e la loro capacità di penetrare i metalli fino ad una certa profondità. In sostanza il metodo si fonda sull'assorbimento differenziale dei raggi X (o Gamma) da parte dell'elemento da controllare e sull'annerimento della pellicola - posta alle spalle dell'elemento - sensibile alle radiazioni emergenti. Offre quindi possibilità simili a quelle dell'esame ultrasonoro. Quest'ultimo infatti è in grado di stabilire le coordinate spaziali dell'eventuale difetto, mentre l'esame radiografico ne mostra un'immagine bidimensionale piatta.
Per quanto riguarda il controllo radiografico si segnala la tabella riportata dalla **UNI 7278** relativa ai gradi di difettosità nelle saldature testa a testa e che ha lo scopo di dare degli orientamenti uniformativi sui criteri di giudizio. La tabella, pur considerando vari tipi di costruzioni e varie condizioni di servizio, non da regole per l'accettabilità dei difetti, ma li raggruppa opportunamente in gradi e fornisce esempi di categorie di qualità delle saldature, che possono essere scelte dal progettista o dal collaudatore come regola di accettabilità, quando non vi siano ragioni particolari che consigliano l'adozione di criteri diversi.

*Norme di riferimento:*
**UNI sperimentale 7278** - Gradi di difettosita' nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;
**UNI EN 1435** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati;
**UNI ISO 4993** - Getti di acciaio. Controllo radiografico;
**UNI sperimentale 7278 -** Gradi di difettosità nelle saldature testa a testa riferiti al controllo radiografico. Dimensioni, simboli ed esempi di applicazione;
**UNI EN 10246-10** - Prove non distruttive dei tubi di acciaio. Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti;
**UNI 10660** - Prove non distruttive. Controllo radiografico mediante raggi X di manufatti plastici e/o compositi. Criteri generali;
**UNI EN 12517** - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo radiografico dei giunti saldati. Livelli di accettabilità.

## 50.42 Tubazioni in acciaio

Rientrano nel presente articolo i tubi senza saldatura e saldati, in acciaio al carbonio od acciaio inossidabile AISI 304, da impiegare nelle condotte in progetto.
L'Appaltatore è tenuto a comunicare alla Direzione Lavori, prima che si dia corso alla fornitura, il nominativo del Fabbricante delle tubazioni (e non già delle Ditte o dei Distributori presso i quali Egli intende approvvigionarsi delle condotte), le caratteristiche meccaniche, geometriche e ponderali dei prodotti, la certificazione di conformità dei materiali alle specifiche di cui alla normativa UNI - EN vigente, cui si rimanda; inoltre egli dovrà approvvigionare campioni di condotta in lunghezza sufficiente per l'esecuzione dei test e delle verifiche di qualità disposte dalla Direzione Lavori ed eseguite, a carico dell'Appaltatore, presso Istituti Qualificati.

*Tolleranze di fabbricazione*
*a)* spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
- in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
- in più: limitate dalle tolleranze sul peso;

*b)* diametro esterno $\pm$ 1,5% con un minimo di mm 1;

*c)* diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di mm 200 dalle estremità:

- mm 1 per tubi del diametro fino a mm 250;
- mm 2,5; - 1 millimetro per tubi del diametro oltre i mm 250. L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa;

*d)* sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm. Non sono ammesse tolleranze in meno;

*e)* sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche ed al peso specifico di kg/cm$^3$ 7,85 sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sul singolo tubo: + 10%; - 8%;
- per partite di almeno t 10: $\pm$ 7,5%.

Il presente Capitolato stabilisce che l'Appaltatore, una volta individuati i propri Fornitori di tubazioni e flange, verifichi concordemente con Essi la compatibilità fra dimensioni e relative tolleranze costruttive delle tubazioni in acciaio e dimensioni e relative tolleranze costruttive delle flange.
Di tale verifica l'Appaltatore, tramite il proprio Direttore Tecnico di Cantiere o altro Ingegnere professionista all'uopo incaricato dall'Appaltatore stesso, dovrà dare formale comunicazione alla Direzione Lavori, evidenziando in apposita relazione la compatibilità dimensionale dei due componenti in relazione alla loro unione per saldatura.
La Direzione Lavori darà formale assenso per l'accettazione dei singoli componenti e per l'esecuzione delle saldature tubo-flangia; ogni saldatura non autorizzata espressamente dalla Direzione Lavori non potrà essere ritenuta accettabile.

*Spessore*

Stabilito che per pressione nominale ($P_n$), deve intendersi la massima pressione cui possono essere sottoposti in esercizio i tubi, da ricavarsi dalle quote piezometriche idrodinamiche maggiorate per colpi di ariete oppure da quelle idrostatiche, lo spessore dei tubi deve soddisfare la seguente formula:

$$S_t \geq \frac{P_n \cdot D_e}{200 \cdot n \cdot S}$$

nella quale:

$S_t$ = spessore teorico del tubo (mm);
$P_n$ = pressione nominale (kg/cm$^2$);
$D_e$ = diametro esterno del tubo (mm);
$S$ = carico unitario di snervamento minimo dell'acciaio impiegato (kg/mm$^2$);
$n$ = coefficiente di sicurezza allo snervamento dell'acciaio, da ammettersi non superiore a 0,5.

**Non saranno ammessi spessori inferiori a quelli previsti dai disegni di progetto**; nel caso in cui l'Appaltatore ritenga di utilizzare condotte realizzate con acciaio ad elevate caratteristiche meccaniche (alto carico di snervamento), dovrà presentare alla Direzione Lavori ed al Committente specifica relazione di dimensionamento strutturale in cui venga dimostrato che le prestazioni richieste in progetto vengono soddisfatte da spessori inferiori.
Il giudizio espresso dalla Direzione del Lavori in merito alla accettabilità di tali materiali sarà insindacabile, essendo l'Appaltatore tenuto per contratto ad approvvigionare il cantiere con i materiali previsti dal progetto.

*Qualità dei materiali*

I tubi della presente prescrizione dovranno essere in acciaio non legato, conformi alle norme UNI EN 10224:2006 e UNI EN 10204:2006 ed in particolare è previsto l'utilizzo di acciaio S355JR (ex Fe 510B) o superiore, senza saldatura o con saldatura longitudinale;

Laddove previsto in progetto, si dovranno utilizzare condotte in acciaio inossidabile AISI 304 o superiore, senza saldatura o con saldatura longitudinale, conformi alla Norma UNI EN 10312:2007.

L'Appaltatore dovrà fornire, prima della fornitura in cantiere, idonea certificazione del Fabbricante in merito alla procedura utilizzata per l'esecuzione della saldatura longitudinale; saranno ammessi procedimenti TIG senza materiale d'apporto o laser, rimanendo esclusa la saldatura HF (induzione ad alta frequenza).

Nell'analisi sul prodotto saranno ammessi, rispetto ai massimi consentiti sull'analisi di colata, i seguenti scostamenti: +0,03% per il carbonio, +0,005% per il fosforo e per lo zolfo; l'analisi su prodotto può essere richiesta dalla Direzione Lavori e sarà eseguita con le modalità previste dalle specifiche norme UNI.

*Condizioni tecniche di fornitura*

Salvo quanto di seguito specificato valgono di regola le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 10025:2005.

a) Forma.

I tubi dovranno risultare diritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte; in ogni caso la forma non dovrà far insorgere problematiche all'atto delle saldature testa a testa.

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo stesso e non dovranno presentare sbavature.

b) Superficie.

I tubi dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego. Saranno ammessi tuttavia locali leggeri aumenti o diminuzioni di spessore, piccole striature longitudinali dovute al processo di fabbricazione purchè lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro le tolleranze prescritte. E' ammessa l'eliminazione dei difetti purchè lo spessore non risulti inferiore al minimo prescritto.

Esclusivamente per i tubi saldati all'arco sommerso è ammessa la riparazione dei difetti locali nel cordone di saldatura. Se richiesto, dovranno essere forniti tubi scordonati.

c) Estremità.

I tubi saranno forniti di estremità con giunto a bicchiere per saldatura, giunto a bicchiere sferico o con camera d'aria per saldature a seconda delle indicazioni degli elaborati di progetto.

d) Lunghezze.

Verranno impiegati di norma tubi di lunghezza corrente da 4 a 13,5 metri.

Potranno essere impiegati tubi costituiti alla fornitura da 2 elementi accoppiati mediante saldatura trasversale, fino ad un massimo del 10% del quantitativo richiesto.

e) I tubi provvisti di rivestimento bituminoso esterno hanno le seguenti caratteristiche:

e1 rivestimento esterno di "tipo pesante" composto di pellicola di bitume aderente alla parete, da uno strato protettivo isolante di adeguato spessore di miscela bituminosa, armata con uno strato di feltro ed uno di tessuto di vetro impregnati nella stessa miscela bituminosa, e da una successiva pellicola di finitura;

e2 rivestimento interno: resina epossidica bicomponente senza solventi, di spessore minimo 250 micron, specificatamente certificate per uso alimentare secondo le norme DIN 2614 e conforme alle Circolari del Ministero della Sanità n. 102 del 02-12-1978 e al Decreto del Ministero della Salute n. 174 del 06/04/2004

*Prove di stabilimento*

b) Tutte le prove e le riprove dovranno essere eseguite presso il fabbricante, che dovrà rilasciare un attestato di conformità alla presente prescrizione.

c) Il fabbricante dovrà sottoporre alla prova idraulica tutti i tubi allo stato grezzo. Il collaudatore potrà richiedere la ripetizione della prova idraulica su non più del 5% dei tubi dell'intera partita.

d) La prova di trazione dovrà essere eseguita su un tubo scelto a caso per ogni lotto di:

- 400 tubi o meno, per diametri esterni minori di 150 mm;
- 200 tubi o meno, per diametri esterni da 150 mm fino a 300 mm;
- 100 tubi o meno, per diametri esterni maggiori di 300 mm.

e) Sui tubi saldati con diametro esterno maggiore o uguale 219,1 mm, oltre alla prova di trazione di cui al punto c), si dovrà eseguire un'altra prova di trazione su provetta trasversale contenente al centro il cordone di saldatura, per verificare il solo carico unitario di rottura. Il valore di questo carico non dovrà essere minore di quello indicato nel prospetto al punto 2 per il tipo di acciaio preso in esame.

f) Con la stessa frequenza prevista per la prova di trazione, di cui al punto c), i tubi saldati dovranno essere sottoposti ad una prova di schiacciamento. Durante la prova di schiacciamento non dovranno manifestarsi nè incrinature o rotture sulla saldatura, nè difetti del metallo rilevabili a vista.

La prova verrà eseguita sugli stessi tubi scelti per la prova di trazione.

g) In caso di esito sfavorevole delle prove di cui ai punti c), d) ed e), si dovrà ripetere la prova che non ha corrisposto su altri due tubi dello stesso lotto. Se anche la riprova sui due tubi non darà esito favorevole, si dovrà provare singolarmente ogni tubo del lotto.

*Modalità di prova:*

a) Analisi chimica: per i metodi di analisi chimica si farà riferimento alle apposite unificazioni.

b) Prova idraulica.

I tubi oggetto della fornitura saranno collaudati alla pressione p = 20*(R*S)/D
dove:
p =pressione di prova, espressa in bar;
R = sollecitazione unitaria pari al 60% del carico unitario di snervamento, espressa in N/mmq, relativa alle qualità di acciaio in esame;
S = spessore nominale del tubo, espresso in mm;
D = diametro esterno del tubo, espresso in mm.
La durata della prova idraulica non dovrà essere inferiore a 10 secondi.
Durante la prova il tubo saldato dovrà essere sottoposto a martellamento in prossimità delle saldature, ad entrambe le estremità, con martelli di peso non minore di 500 g e non dovranno verificarsi difetti di tenuta. I tubi che risulteranno difettosi in zona di saldatura potranno essere opportunamente riparati e quindi sottoposti ad una seconda prova idraulica.

c) Prova di trazione.

La prova di trazione dovrà essere eseguita a temperatura ambientale e, di preferenza, su provette costituite da uno spezzone di tubo; quando ciò non sia consentito dai limiti di capacità, di potenza e di sensibilità della macchina di trazione, la prova dovrà essere eseguita su provetta ricavata dal tubo. In questo caso la provetta dovrà essere prelevata in senso longitudinale per i tubi senza saldatura e per i tubi saldati con diametro esterno minore di 219,1 mm, ed in senso trasversale per i tubi saldati con diametro esterno uguale o maggiore di 219,1 mm.
Le modalità di esecuzione e la determinazione dei valori della prova di trazione dovranno essere conformi a quanto prescritto nella Norma UNI 5465.

d) Prova di schiacciamento.

La prova di schiacciamento dovrà essere eseguita a temperatura ambiente e con le modalità indicate nella Norma UNI 5468 comprimendo tra le due piastre parallele un anello di tubo, fino a che la distanza tra le due piastre si riduce a 2/3 del diametro esterno dell'anello.

La giunzione saldata del tubo dovrà trovarsi in posizione equidistante dalle due piastre.
Per quanto non specificatamente contenuto nel presente articolo di capitolato si farà riferimento alle norme UNI vigenti, con particolare riferimento alle UNI 6363/84.

- **Sistemi di giunzione delle tubazioni in acciaio**

**Saldature**
*Procedimenti di saldatura.*
Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:
- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
  - saldatura automatica ad arco sommerso;
  - saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore ($CO_2$ o sue miscele);
  - altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere previamente verificata mediante le prove indicate al successivo punto.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132 (ottobre 1974) adatti al materiale base:
- per gli acciai Fe 360 ed Fe 410-430 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 44 di classi di qualità 2, 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura di esercizio minore di 0 °C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B;
- per l'acciaio Fe 510 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 52 di classi di qualità 3 B o 4 B; per spessori maggiori di 20 mm o temperature di esercizio minori di 0 °C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

Per gli altri procedimenti di saldatura si dovranno impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usati per le prove preliminari (di qualifica) di cui al punto seguente.
La giunzione mediante saldatura manuale ad arco dovrà essere eseguita da saldatori qualificati di classe T8 secondo le norme UNI 4633 e con impiego di elettrodi basici omologati secondo le norme UNI 5132.
Nei punti singolari previsti in progetto si procederà a giunzioni con flange; in questo caso sarà preventivamente richiesta la qualifica del procedimento di saldatura adottato per la giunzione saldata tubo-flangia.

Dopo la posa e la sistemazione definitiva, la saldatura delle canne verrà eseguita da apposita nicchia scavata sotto il piano di posa; nessun compenso particolare è dovuto all'Appaltatore per l'apertura delle nicchie, intendendosi il loro costo già compreso e compensato nei prezzi degli scavi.
Salvo diverse prescrizioni del progetto o dettate dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere di norma alla posa in opera delle condotte a mezzo saldatura comprendendo la formazione di tutti i tratti in curva, deviazioni, crociere, derivazioni di qualsiasi forma e diametro, riduzioni di diametro, raccordi a flangia ecc., comprendendo tutte le operazioni per adattare la linea della rete fissa alla livelletta di fondo scavo, sia in senso planimetrico che altimetrico.
Nelle operazioni di saldatura dovrà aversi cura di evitare al massimo possibile il deterioramento del rivestimento.
Per la riparazione delle lesioni subite dal rivestimento e per l'applicazione del rivestimento sulle superfici nude si dovrà far riferimento alle seguenti prescrizioni:
- pulizia delle superficie metallica da presenza di terra, fango, untuosità, ruggine, scorie di saldatura; tale operazione può essere efficacemente eseguita con spazzole metalliche, stracci, eventuali solventi;

essa sarà eseguita in modo da poter applicare il rivestimento che ricopre la superficie nuda e riprendere il lembo estremo di quello esistente realizzando così il rivestimento di tutta la superficie;
- sulla superficie resa preventivamente pulita ed asciutta si applicano una o più mani di primer o vernice bituminosa a cui viene affidato il compito di assicurare l'aderenza del successivo rivestimento;
- fornitura e posa di guaina a manicotto del tipo termoretraibile, atta a garantire la completa ripresa del rivestimento.

*Prove preliminari di qualifica dei procedimenti di saldatura*

L'impiego di elettrodi omologati secondo UNI 5132 (ottobre 1974) esime da ogni prova di qualifica del procedimento.

Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che vede risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 ed Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
- la resilienza su provette intagliate a V secondo EN 10045/1a (gennaio 1992) ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a +20 °C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0 C, o a 0 °C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura ad elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

*Classe delle saldature*

Per giunti testa a testa, od a croce od a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti.

*Prima classe*. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

*Seconda classe*. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura e realizzati egualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col materiale base.

Le prescrizioni relative alla saldatura consistono nell'ottenere con i cordoni di apporto uno spessore uniforme, pari allo spessore del tubo, e nell'evitare le fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusione di particelle eterogenee, soffiature per bolle di gas, incollatura per sovrapposizioni fredde, frastagliature, forature, punte di spillo che costituiscono difetti delle saldature.
Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in regolazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dall'Appaltatore, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori t > 30 mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.
Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazione accentuate.

I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 UNI 5132 (ottobre 1974), devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni. Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

*Controlli delle saldature eseguite in opera*
Per le saldature eseguite in opera è richiesto il controllo magnetoscopico o di affidabilità equivalente (a discrezione della D.L. per quanto riguarda il numero delle prove). Saranno a carico dell'Appaltatore:
- la prestazione del tecnico addetto e del personale di aiuto;
- la fornitura delle apparecchiature e dei materiali di consumo;
- la stesura, per ogni saldatura controllata, della relazione finale di idoneità eseguita da un tecnico qualificato secondo le norme SNTCC 1A (U.S.A.);
- la riparazione delle saldature risultate non idonee all'esame magnetoscopico, fino ad esito positivo della prova.

Non si procederà in alcun caso al reinterro se prima non sarà stato ottenuto esito positivo dalla prova suindicata.

*Saldature su condotte in acciaio inox*
Nel presente progetto è previsto che tutti i pezzi speciali realizzati a partire da tubazioni in acciaio inox siano costruiti, flangiati, decapati e passivati in officina; in cantiere saranno ammesse esclusivamente saldature di testa a piena penetrazione per la giunzione di due canne rettilinee successive: in tal caso la saldatura sarà realizzata con metodo TIG pulsato con apporto di materiale e protezione a rovescio del cordone di saldatura mediante insufflaggio di argon.
Oltre alle prescrizioni già contenute nel presente articolo ai paragrafi precedenti, nel caso di saldature da eseguirsi in cantiere su tubazioni di acciaio inox dovrà essere effettuato, al termine della saldatura, la pulizia meccanica del cordone di saldatura, escludendo tassativamente l'utilizzo di spazzole od attrezzi in acciaio al carbonio, seguito da un trattamento decapante mediante "pasta decapante", usualmente in commercio, utilizzata a freddo sul cordone di saldatura e la superficie limitrofa.

Immediatamente dopo il trattamento di decapaggio, dovrà essere eseguito un trattamento di passivazione mediante "pasta passivante" usualmente in commercio, utilizzata a freddo sul cordone di saldatura e la superficie limitrofa.

I trattamenti di decapaggio e passivazione eseguiti direttamente in cantiere dovranno essere preventivamente segnalati alla Direzione Lavori, che ne autorizzerà di volta in volta l'esecuzione.
Per gli aspetti di dettaglio relativi a decapaggio e passivazione, si rimanda al capitolo relativo ai pezzi speciali in acciaio inossidabile del presente Capitolato.

**Flange**
Le flange di estremità per l'accoppiamento di tubi in acciaio (al carbonio o inossidabile) ad altri tubi ad estremità flangiata o a pezzi speciali flangiati in acciaio od in ghisa sferoidale di linea dovranno essere rispondenti alla Norma Europea UNI EN 1092-1 dicembre 2007 "*Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi ed accessori designate mediante PN*", le cui prescrizioni si intendono interamente recepite quali norme del presente documento.
Tutte le forniture dovranno essere idonee all'utilizzo alle due classi di pressione previste in progetto e, in particolare, soddisfare i requisiti richiesti dalla Norma UNI EN 1092-1 per quanto riguarda i seguenti parametri:

- marcatura;
- tolleranze;
- finitura superficiale delle superfici di tenuta;
- dimensioni;
- dima (geometria dell'accoppiamento flangiato),
- dimensioni dei bulloni;
- materiali.

L'Appaltatore si impegna a fornire alla Direzione Lavori tutta la certificazione comprovante la conformità della fornitura ai parametri sopra descritti, prima che la fornitura stessa venga utilizzata per i montaggi di pezzi speciali in officina o venga fornita a piè d'opera in cantiere, pena l'immediato rifiuto dell'intera lavorazione eseguita.
Si evidenziano di seguito i principali requisiti richiesti per la costruzione delle flange, rimandando ai contenuti della Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007 per la definizione integrale delle caratteristiche qualitative e dimensionali degli elementi normati.
*Marcatura delle flange*
Per le applicazioni previste nel presente progetto, è richiesta la marcatura completa sulle flange, comprendente:

- Nome e marchio di fabbrica del fabbricante;
- Numero della Norma EN 1092-1;
- Numero del tipo della flangia (Es:tipo 1=flangia piana a saldare; tipo 11=flangia a collare a saldare);
- DN (Diametro Nominale);
- PN (Pressione Nominale);
- Spessore del collare;
- Materiale (S355JR per flangiatura condotte in acciaio di pari materiale, fornite secondo UNI EN 10204:2006, UNI EN 10224:2006 e UNI EN 10025:2005; oppure acciaio inox AISI 304 secondo UNI EN 10312:2007 per condotte in acciaio inox AISI 304, fornite secondo la medesima norma);
- Numero di controllo riconducibile alla fusione.

Per diametri inferiori sarà accettata la marcatura minima prevista dalla Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007.

La marcatura EN1092-1, unitamente al nome ed al marchio di fabbrica del fabbricante della flangia stampigliato sul prodotto, rappresentano la dichiarazione di conformità alla Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007 del fabbricante della flangia, e cioè la dichiarazione da parte del fabbricante della flangia che il prodotto è conforme ai requisiti della norma ed all'utilizzo per il quale è previsto l'impiego nel presente progetto.

*Tolleranze*
Le tolleranze dimensionali dovranno essere quelle indicate nella Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007 - Tabella 22 e nella Norma ISO 2768 – 1 – C.
Il presente Capitolato stabilisce che l'Appaltatore, una volta individuati i propri Fornitori di tubazioni e flange, verifichi concordemente con Essi la compatibilità fra dimensioni e relative tolleranze costruttive delle flange e dimensioni e relative tolleranze costruttive delle tubazioni in acciaio che saranno oggetto di flangiatura.
Di tale verifica l'Appaltatore, tramite il proprio Direttore Tecnico di Cantiere o altro Ingegnere professionista all'uopo incaricato dall'Appaltatore stesso, dovrà dare formale comunicazione alla Direzione Lavori, evidenziando in apposita relazione la compatibilità dimensionale dei due componenti in relazione alla loro unione per saldatura.

La Direzione Lavori darà formale assenso per l'accettazione dei singoli componenti e per l'esecuzione delle saldature tubo-flangia; ogni saldatura non autorizzata espressamente dalla Direzione Lavori non potrà essere ritenuta accettabile.
Tutte le saldature necessarie per l'accoppiamento tubo-flangia dovranno essere effettuate a piena penetrazione. Per quanto riguarda procedimenti, controlli e qualifiche delle operazioni di saldatura, si richiamano integralmente i contenuti di cui al paragrafo precedente.

*Finitura superficiale delle superfici di tenuta*
Le flange dovranno avere superficie di contatto lavorata con risalto del tipo "Concentric Serrated", ovvero rigatura concentrica ottenuta con utensile a V di 90°, passo 0,8 mm e profondità 0,4 mm.
Altri tipi di finitura (Stock finish o spiral serrated) potranno essere proposti dall'Appaltatore in relazione al tipo di guarnizione individuata per la formazione della tenuta; l'Appaltatore dovrà esibire, prima dell'acquisto del materiale, idonea certificazione atta a dimostrare la conformità dell'accoppiamento flangia-guarnizione per la classe di pressione individuata in progetto.

*Dimensioni*
Le flange dovranno avere dima conforme a quanto prescritto nella Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007, in relazione al tipo di accoppiamento flangiato previsto in progetto.
Prima di approvvigionare il cantiere con i materiali, l'Appaltatore dovrà verificare l'accoppiabilità dell'estremità flangiata in acciaio con i pezzi speciali flangiati in ghisa sferoidale di uguale Diametro Nominale e Pressione Nominale, verificando che le dimensioni degli accoppiamenti siano fra essi compatibili (uguale dima acciaio-ghisa).
In particolare, si riportano di seguito le principali caratteristiche dimensionali che dovranno essere rispettati per garantire la corretta formazione degli accoppiamenti flangiati previsti in progetto, rimandando ai contenuti della Norma UNI EN 1092-1 ed ai disegni di progetto per la definizione integrale dei parametri dimensionali.
Le dimensioni del diametro interno sono da verificarsi in relazione al diametro esterno della condotta da flangiare.

*Dimensioni dei bulloni*

Tutte le flangiature previste in progetto dovranno essere accoppiate mediante serraggio di bulloni in acciaio inossidabile AISI303 o superiori; La dimensione dei bulloni è definita dalla Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007 per ogni classe (DN+PN) di accoppiamento flangiato.
Per quanto riguarda le specifiche tecniche relative alla bulloneria in acciaio inossidabile, si rimanda allo specifico paragrafo del presente capitolato.
*Materiali*
Per la flangiatura di condotte in acciaio in S355JR, fornite secondo UNI EN 10204:2006, UNI EN 10224:2006 e UNI EN 10025:2005, saranno utilizzate flange di pari materiale.
Per la flangiatura di condotte in acciaio inox AISI 304 fornite secondo UNI EN 10312:2007 saranno utilizzate flange di pari materiale.
La marcatura della flangia dovrà riportare, oltre agli altri parametri, anche la qualità del materiale utilizzato.

**Bulloneria per accoppiamenti flangiati**
I bulloni (sempre intesi completi di vite, dado e rondella) per l'accoppiamento di tubi flangiati in acciaio (al carbonio o inossidabile) ad altri tubi ad estremità flangiata o a pezzi speciali flangiati in acciaio od in ghisa sferoidale di linea dovranno essere rispondenti alle seguenti norme:
UNI EN 10263-5 "*Vergella, barre e filo di acciaio per formatura a freddo e estrusione a freddo – parte 5: condizioni tecniche di fornitura per gli acciai inossidabili*";
UNI EN ISO 3506-1 "*Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione – Viti e viti prigioniere;*"
UNI EN ISO 3506-2 "*Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione – Dadi";*
UNI EN ISO 3506-1 "*Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione – Viti senza testa e particolari similari non soggetti a trazione*".
Tutte le forniture dovranno essere idonee al serraggio di accoppiamenti flangiati conformi alla Norma UNI EN 1092-1 dicembre 2007, alle due classi di pressione previste in progetto e, in particolare, dovranno soddisfare i requisiti richiesti dalla Norme UNI EN ISO sopra indicate per quanto riguarda i seguenti parametri:

- Sistema di designazione;
- Composizione chimica;
- Caratteristiche meccaniche e marcatura;

L'Appaltatore si impegna a fornire alla Direzione Lavori tutta la certificazione comprovante la conformità della fornitura ai parametri sopra descritti, prima che la fornitura stessa venga utilizzata per i montaggi di pezzi speciali in officina o venga fornita a piè d'opera in cantiere, pena l'immediato rifiuto dell'intera lavorazione eseguita.
Si evidenziano di seguito i principali requisiti di accettabilità dei bulloni in acciaio inossidabile, rimandando ai contenuti delle Norme UNI EN ISO 10263-5:2003 e 3506 per la definizione integrale delle caratteristiche qualitative e dimensionali degli elementi normati.

*Sistema di designazione*
Il sistema di designazione si basa su gruppi e classi di appartenenza; il bullone è designato mediante un primo codice alfanumerico che ne identifica il materiale e la sua composizione chimica, ed un secondo codice numerico che rappresenta la classe di resistenza, pari a 1/10 del carico di rottura espresso in $N/mm^2$.
Nel presente progetto è previsto l'utilizzo di bulloni appartenenti alla classe A2–50; in via tecnica risultano idonei e possono essere ammessi all'utilizzo anche bulloni appartenenti alle classi A2-70, A2-80, A4-50, A4-70 e A4-80.

Resta inteso che la scelta, da parte dell'Appaltatore, di una classe diversa da quella prevista in progetto non dovrà essere motivo di alcuna rivendicazione economica aggiuntiva.

*Composizione chimica*
Il materiale utilizzato per la fabbricazione dei bulloni dovrà soddisfare i seguenti requisiti:
**Qualità: A2**
Gruppo: Austenitico;
Composizione chimica:
C = 0,1 %;
Si = 1 %;
Mn = 2 %;
P = 0.05 %;
S = 0.03 %;
Mo: 5 %;
Cu: 4 %.
Cr: 15-20 %;
Ni: 8-19 %;

Per quanto riguarda la variabilità di percentuale di alcuni composti leganti, si accetteranno materiali con contenuto di Cromo tra 15 e 17 % solo se, contemporaneamente, il contenuto di Nichel sarà compreso fra 12 e 19 %.
**Qualità: A4**
Gruppo: Austenitico;
Composizione chimica:
C = 0,08 %;
Si = 1 %;
Mn = 2 %;
P = 0.045 %;
S = 0.03 %;
Mo: 2-3 %;
Cu: 1 %.
Cr: 16-18,5 %;
Ni: 10-15 %;

Qualora per grossi diametri sia necessario incrementare le caratteristiche meccaniche, è ammesso l'incremento della percentuale di carbonio fino ad un massimo dello 0,12 %.
*Caratteristiche meccaniche e marcatura*
Sulla base delle classi di resistenza ammesse, possono essere definite le caratteristiche meccaniche dei bulloni del gruppo Austenitico:

Classe di resistenza: 50
Carico unitario di rottura $R_m$: 500 N/mm$^2$;
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}$: 210 N/mm$^2$;
Allungamento dopo rottura $A_{min}$: 0,6 d

Classe di resistenza: 70

Carico unitario di rottura $R_m$: 700 N/mm$^2$;
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}$: 450 N/mm$^2$;
Allungamento dopo rottura $A_{min}$: 0,4 d

Classe di resistenza: 80
Carico unitario di rottura $R_m$: 800 N/mm$^2$;
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0,2}$: 600 N/mm$^2$;
Allungamento dopo rottura $A_{min}$: 0,3 d
La marcatura di viti e dadi deve comprendere, su ogni pezzo, la qualità dell'acciaio, la classe di resistenza e il marchio del fabbricante.
La marcatura dovrà essere posta sulla testa della vite e sul bullone, in modo da essere visibile in modo permanente anche dopo installazione.

L'Appaltatore, una volta individuato il potenziale fornitore dei bulloni, dovrà fornire alla Direzione Lavori tutta la certificazione comprovante la conformità della fornitura ai parametri sopra descritti nonché un campione di ogni tipo di bullone che intende installare in cantiere, prima che la fornitura stessa venga utilizzata per i montaggi di pezzi speciali in officina o venga fornita a piè d'opera in cantiere, pena l'immediato rifiuto dell'intera lavorazione eseguita.
Saranno rifiutati bulloni marcati "A2" sulla testa della vite quando l'acciaio, per composizione chimica, non sia conforme ai requisiti della Norma UNI EN 10263-5:2003, in quanto la siglatura "A2", in alcuni paesi extraeuropei, identifica un acciaio appartenente alla serie 200 (e non alla serie 300 austenitica), avente un contenuto di Nichel irrisorio rispetto alla standard austenitico richiesto.
Tale materiale è dotato di caratteristiche di resistenza alla corrosione decisamente inferiori a quelle previste e non sufficienti per essere accettate in fornitura.

### 50.43 Tubazioni in acciaio rivestite in pead triplo strato

Oltre a quanto indicato al paragrafo precedente, seguono istruzioni per le tubazioni rivestite in pead.

I tubi in acciaio per trasporto di acqua potabile dovranno essere del tipo saldati, lisci o con giunto a bicchiere, conformi alla norma UNI 10224/2003, dovranno avere rivestimento esterno in triplo strato di polietilene estruso conforme alla norma UNI 9099/1989 e rivestimento interno in resine epossidiche speciali senza solventi con uno spessore minimo di 250 microns +/- 50, idonee al contatto con acqua potabile conformemente al D.M. n° 174 del 06/04/2004 (sostituisce la Circ. Min. Sanita n. 102 del 02/12/78).
Il rivestimento esterno presenta un alto potere isolante (25.000 V) ed è applicato sia per fusione che per estrusione su tubazioni d'acciaio destinate ad essere interrate, i rivestimenti vengono eseguiti secondo norme UNI 9099 R3R triplo strato rinforzato estruso a banda laterale o a calza e UNI 10191 polietilene fuso.
I tubi dovranno presentarsi perfettamente diritti e circolari, privi di difetti superficiali che possano pregiudicarne l'impiego.
Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego); le singole partite di fornitura dovranno essere accompagnate dalla documentazione relativa alle prove eseguite in stabilimento per la caratterizzazione dei materiali impiegati.
I tubi provvisti di rivestimento esterno protettivo polietilenico estruso a caldo a guaina circolare (D= 48 - 508 mm) o a banda laterale (D= 406 -1620 mm) a triplo strato, presentano le seguenti caratteristiche:
- manto compatto e aderente al corpo del tubo ed è conforme alla norma UNI 9099.

- elevata resistenza agli agenti corrosivi presenti nell'ambiente di posa
- elevata resistenza all'impatto: (a 23 °C) > 8 J/mm
- elevata resistenza alla penetrazione: (a 23 °C) < 0.2 mm
- elevato isolamento elettrico: > $10^8$ Ωm
- elevata resistenza alle sollecitazioni termiche: temperatura di esercizio da –30 °C a +60 °C
- assorbimento d'acqua > 0.05 %
- elevata resistenza alla pelatura: (a 23 °C) > 7 N/mm
- spessori di applicazione:
    - D= 48-114 spess= 1.8 mm
    - D= 139-273 spess= 2.0 mm
    - D= 323-508 spess= 2.2 mm
    - D= 610-813 spess= 2.5 mm
    - D= 910-1620 spess= 3.0 mm

| MATERIALE - ACCIAIO AL CARBONIO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| QUALITA' | CARATTERISTICHE MECCANICHE | | | DI COLATA) | | | | |
| | CARICO UNITARIO DI ROTTURA | CARICO UNITARIO DI SNERVAMENTO | ALLUNGAM | C | Mn | Si | P | S |
| | Rm | ReH MIN | A MIN % | % MAX | % MAX | % MAX | % MAX | % MAX |
| | MPa* | Mpa* | | | | | | |
| **L235** | 360 ÷ 500 | 235 | 25 | 0,16 | 1,20 | 0,35 | 0,030 | 0,025 |
| **L275** | 430 ÷ 570 | 275 | 21 | 0,20 | 1,40 | 0,40 | 0,030 | 0,025 |
| **L355** | 500 ÷ 650 | 355 | 21 | 0,22 | 1,60 | 0,55 | 0,030 | 0,025 |

Ove non diversamente specificato la fornitura è da intendersi in acciaio L275.
Estremità:

- smussate di testa (sp. < 3,2 mm)
- bicchierate cilindriche (diam. < DN 125 mm)
- bicchierate sferiche (diam. > DN 150 mm)

| GAMMA DIMENSIONALE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DIAMETRO NOMINALE | DIAMETRO ESTERNO | SPESSORE | MASSA | | DIAMETRO |
| | | | GREZZO | RIV. PE | |
| DN | Øe | mm | Kg/mt | Kg/mt | pollici |
| 50 | 60,3 | 2,9 | 4,11 | 5,2 | 2" |
| 65 | 76,1 | 2,9 | 5,24 | 6,6 | 2"1/2 |
| 80 | 88,9 | 2,9 | 6,15 | 7,9 | 3" |
| 100 | 114,3 | 3,2 | 8,77 | 11,0 | 4" |
| 125 | 139,7 | 3,6 | 12,2 | 15,1 | 5" |
| 150 | 168,3 | 4,0 | 16,2 | 19,7 | 6" |
| 200 | 219,1 | 5,0 | 26,4 | 31,4 | 8" |
| 250 | 273 | 5,6 | 36,9 | 43,1 | 10" |
| 300 | 323,9 | 5,9 | 46,2 | 53,7 | 12" |
| 350 | 355,6 | 6,3 | 54,5 | 63,1 | 14" |
| 400 | 406,4 | 6,3 | 62,4 | 72,3 | 16" |
| 450 | 457,2 | 6,3 | 70,3 | 83,2 | 18 |
| 500 | 508,0 | 6,3 | 78,2 | 92,7 | 20" |
| 600 | 609,6 | 6,3 | 93,7 | 120 | 24" |
| 700 | 711,2 | 7,1 | 123,3 | 155 | 28" |
| 800 | 812,8 | 7,1 | 141,1 | 176 | 32" |
| 900 | 914,4 | 8,8 | 196,5 | 236 | 36" |
| 1000 | 1016,0 | 8,8 | 218,6 | 263 | 40" |
| 1100 | 1117,6 | 10,0 | 273,1 | 322 | 44" |
| 1200 | 1219,2 | 10,0 | 298,2 | 351 | 48" |
| 1300 | 1320,8 | 11,0 | 355,3 | 413 | 52" |

Prima di realizzare il rivestimento polietilenico deve essere effettuata la preparazione della superficie da rivestire.
Pertanto si deve prevedere la rimozione, mediante sabbiatura con abrasivo siliceo o metallico, della ruggine, della calamina e delle altre particelle estranee e poco aderenti, sino ad ottenere un metallo quasi bianco, ossia finché il 95% della superficie sia esente da ogni residuo visibile (grado di sabbiatura tipo Sa 2½ - secondo la norma ISO 8501-1:2007).
Subito dopo la preparazione della superficie, si applicano lo strato di fondo e l'adesivo secondo le modalità previste dalla norma UNI 9099. Il rivestimento polietilenico deve essere realizzato a triplo strato con spessore rinforzato (UNI 9099 - R3R).

Il rivestimento esterno in polietilene viene realizzato tramite impianto di estrusione a guaina circolare; il rivestimento interno in resina epossidica è applicato a spruzzo in stabilimento.
In corrispondenza di ogni giunto, successivamente alla saldatura, è previsto il completamento del rivestimento esterno tramite l'utilizzo di un doppio nastro posato a freddo, previa stesura di un primer di ancoraggio; il doppio nastro è costituito da un nastro isolante e da un rivestimento per la protezione meccanica; parimenti nel caso di danneggiamenti del rivestimento del tubo in fase di movimentazione.
Nei tratti di terreno particolarmente aggressivo, è previsto l'utilizzo, in corrispondenza dei giunti, di manicotti termorestringenti posati a caldo, previa spazzolatura del tratto da proteggere.

## 50.44 Pezzi speciali in acciaio al carbonio

*In generale, le curve dovranno essere conformi per dimensioni alla Norma ASME B16.9 o UNI equivalente e certificate UNI EN 10204, con R=1.5D per curve inferiori o pari a 45° e R=3D per curve superiori a 45°. Le*

*curve e deviazioni non dovranno essere eseguite in alcun modo a becco di flauto o a spicchi ma con appositi pezzi speciali preformati. Solo nei casi espressamente autorizzati dalla Direzione Lavori si potranno montare curve sagomate a spicchi realizzate e collaudate in officina.*
*Resta inteso che le curve dovranno avere caratteristiche tecniche (spessore e qualità dell'acciaio) non inferiori a quelle delle tubazioni a cui saranno saldate.*

Di norma i pezzi speciali previsti in progetto dovranno essere preassemblati in officina (da flangia a flangia), trasportati in cantiere e varati mediante l'utilizzo di autogru o mezzi similari e semplicemente flangiati in opera.
Prima dell'inizio delle operazioni, è richiesto all'Appaltatore di predisporre un adeguato Piano di Fabbricazione di ciascuno dei pezzi speciali in acciaio previsti in progetto; il piano dovrà contenere esaustive indicazioni in merito a:

- provenienza e qualità dei materiali da utilizzarsi per la fabbricazione del pezzo speciale (tubazioni, curve, flange, riduzioni ecc…);
- metodi di assemblaggio ed esecuzione delle saldature.

L'esecuzione di saldature in corso d'opera direttamente in cantiere dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, secondo le modalità già indicate nello specifico capitolo del presente Capitolato.

## 50.45 Pezzi speciali in acciaio inossidabile

Nel presente progetto è prevista la realizzazione di pezzi speciali in acciaio inossidabile AISI 304 e riduzioni di diametro conformi alla Norma UNI EN 10312:2007.
*Le curve dovranno essere conformi per dimensioni alla Norma ASME B16.9 o UNI equivalente e certificate UNI EN 10204, con R=1.5D per curve inferiori o pari a 45° e R=3D per curve superiori a 45°; non saranno ammesse curve realizzate a spicchi mediante l'esecuzione di una serie di tagli e saldature oblique su spezzoni di condotta.*
*Resta inteso che le curve dovranno avere caratteristiche tecniche (spessore e qualità dell'acciaio) non inferiori a quelle delle tubazioni a cui saranno saldate.*
Di norma i pezzi speciali previsti in progetto dovranno essere preassemblati in officina (da flangia a flangia), trasportati in cantiere e varati mediante l'utilizzo di autogru o mezzi similari e semplicemente flangiati in opera.
Prima dell'inizio delle operazioni, è richiesto all'Appaltatore di predisporre un adeguato Piano di Fabbricazione di ciascuno dei pezzi speciali in acciaio inossidabile previsti in progetto; il piano dovrà contenere esaustive indicazioni in merito a:

- provenienza e qualità dei materiali da utilizzarsi per la fabbricazione del pezzo speciale (tubazioni, curve, flange, riduzioni ecc…);
- metodi di assemblaggio ed esecuzione delle saldature;
- modalità di esecuzione del decapaggio;
- modalità di esecuzione della passivazione finale.

L'esecuzione di saldature in corso d'opera direttamente in cantiere dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, secondo le modalità già indicate nello specifico capitolo del presente Capitolato.

**Prescrizioni operative per le lavorazioni di officina**
Al fine di minimizzare i fenomeni di innesco della corrosione sull'inox, l'Appaltatore è tenuto a seguire scrupolosamente le seguenti prescrizioni operative relative alla fase di lavorazione e messa in opera in officina.
Gli acciai inossidabili si ricoprono spontaneamente di uno strato di ossido di cromo molto sottile, compatto, trasparente, stabile e ben aderente alla superficie detto film di passività. La capacità di mantenere il film in

condizioni ottimali è elemento di fondamentale importanza per evitare aggressioni ambientali e garantire la resistenza alla corrosione.

Un acciaio inox inquinato è certamente più suscettibile a inneschi corrosivi.
Pertanto prima di tutto è da evitare qualsiasi forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio; i tubi e i pezzi speciali in acciaio inox non andranno perciò mai movimentati con catene, cavi o funi in acciaio al carbonio direttamente a contatto sulla superficie.
Parimenti è vietato effettuare lavorazioni sul'acciaio inossidabile con utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio.
Le giunzioni saldate con materiale d'apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'essi in inox o di pari nobiltà (es. monel).
Si eviteranno in tal modo i fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.
Affinchè il manufatto in acciaio inossidabile possa garantire appieno le proprietà anticorrosive, è necessario che la sua superficie sia adeguatamente preparata per espletare nel miglior modo possibile le proprietà di passivazione; le operazioni tecnologiche dedicate alla messa a punto della superficie dell'acciaio inossidabile prendono il nome di decapaggio e passivazione.

**Decapaggio**
Il procedimento di decapaggio deve essere finalizzato a rimuovere le scaglie di ossido resistenti, formatesi in conseguenza di riscaldamenti a temperatura elevata in presenza di atmosfera ossidante, come ad esempio nei processi di fucinatura, durante i trattamenti termici o nelle operazioni di saldatura.
L'operazione di decapaggio dovrà avvenire secondo le seguenti prescrizioni:

- Tutti gli strumenti utilizzati in officina per la lavorazione dell'acciaio inossidabile dovranno essere specificatamente dedicati alle lavorazioni dell'acciaio inox e non dovranno mai aver lavorato in precedenza con altri materiali metallici.
- Esecuzione di decapaggio meccanico mediante sabbiatura eseguita con sabbia silicea, cornidone, sfere di vetro oppure di acciaio inossidabile di pari qualità. La sabbia o le sfere utilizzate non dovranno mai aver lavorato in precedenza con altri materiali metallici. Non è ammessa la semplice pulizia sommaria dei cordoni di saldatura mediante molatura ed utilizzo di attrezzi quali punteruoli, spatole, spazzole metalliche;
- Esecuzione di decapaggio per via chimica, mediante utilizzo di soluzioni acide per $H_2SO_4$ oppure $HNO_3$ + HF. Il tempo di permanenza sarà determinato sulla base della tipologia, spessore ed aderenza del materiale da asportare e andrà valutato caso per caso;
- Dopo il decapaggio chimico il componente dovrà essere lavato accuratamente per ripulire la superficie da ogni possibile traccia di soluzione corrosiva.

Nel caso in cui le dimensioni del pezzo non siano compatibili con un decapaggio per via chimica in bagno di soluzione acida, si dovranno adottare le seguenti prescrizioni:

- Tutti i componenti base, quali curve, spezzoni di tubazione o flange dovranno arrivare in officina già decapate e passivate;
- Tutti gli strumenti utilizzati in officina per la lavorazione dell'acciaio inossidabile dovranno essere specificatamente dedicati alle lavorazioni dell'acciaio inox e non dovranno mai aver lavorato in precedenza con altri materiali metallici.
- Dovranno essere tassativamente evitati per la movimentazione catene, cavi o funi in acciaio al carbonio, al fine di evitare contaminazione superficiale ferrosa;

- Verrà eseguito il decapaggio meccanico localizzato sui cordoni di saldatura, mediante sabbiatura eseguita con sabbia silicea, cornidone, sfere di vetro oppure di acciaio inossidabile di pari qualità. La sabbia o le sfere utilizzate non dovranno mai aver lavorato in precedenza con altri materiali metallici. Non è ammessa la semplice pulizia sommaria dei cordoni di saldatura mediante molatura ed utilizzo di attrezzi quali punteruoli, spatole, spazzole metalliche, se non anch'essi in acciaio inossidabile di pari qualità;
- In alternativa al bagno in soluzione acida sarà utilizzata "pasta decapante", usualmente in commercio, per il trattamento localizzato delle aree sottoposte a lavorazione o a saldatura; la procedura da seguire in questo caso sarà quella specificatamente indicata dal Fornitore della pasta.

**Passivazione**
Il trattamento di passivazione segue sempre il processo di decapaggio, al fine di ripristinare il film di passività sulla superficie dell'acciaio inossidabile.
Il processo è normalmente condotto in bagni passivanti mediante utilizzo di soluzioni acide per HNO3. Il tempo di permanenza sarà determinato sulla base della tipologia del manufatto, della presenza di elementi contaminanti superficiali e andrà valutato caso per caso;
Nel caso in cui le dimensioni del pezzo non siano compatibili con una passivazione in bagno di soluzione acida, si dovranno adottare le seguenti prescrizioni:
- Tutti i componenti base, quali curve, spezzoni di tubazione o flange dovranno arrivare in officina già decapate e passivate;
- Dovranno essere tassativamente evitati per la movimentazione catene, cavi o funi in acciaio al carbonio, al fine di evitare contaminazione superficiale ferrosa;
- Dopo il decapaggio localizzato delle aree sottoposte a lavorazione o a saldatura mediante "pasta decapante", si effettuerà una passivazione localizzata mediante utilizzo di "pasta passivante"; la procedura da seguire in questo caso sarà quella specificatamente indicata dal Fornitore della pasta.

Normativa di riferimento per l'esecuzione di operazioni di decapaggio e passivazione:
**ASTM A-380:** "Standard pratice for clearing, descaling and passivation of stainless steel parts, equipments and systems"
**ASTM A-967:** "Standard specification for chemical passivation treatments of stainless steel parts".

## 50.46 Collaudi e prove sulle condotte

I collaudi idraulici dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni e le procedure definite dalla Norma UNI EN 545:2010.
Il carico della condotta principale avverrà mediante i punti di allacciamento indicati dal Committente.
L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura e la posa temporanea degli sfiati lungo linea, nei pozzetti ove sarà previsto il montaggio degli sfiati nella configurazione definitiva della condotta, la manodopera, i mezzi d'opera ed il coordinamento delle operazioni con il Committente ed ogni onere connesso alla esecuzione della prova.

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire, immediatamente dopo la posa della condotta, la costruzione dei relativi ancoraggi e dei blocchi previsti in progetto, al fine di poter procedere con la messa in pressione del sistema.
Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte del Committente; nel caso in cui l'Appaltatore non abbia provveduto tempestivamente a realizzare i tratti di acquedotto per l'interconnessione alle fonti di approvvigionamento previste in progetto, Egli dovrà provvedere a sua cura e spese al rifornimento dell'acqua per il riempimento delle tubazioni.
Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.
La prova avrà la durata minima di 24 ore.
I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.
Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.
I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.
La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.
L'Appaltatore inoltre non potrà rivendicare ulteriori oneri rispetto al compenso previsto in contratto, per i rallentamenti delle operazioni di posa della condotta dovuti alla esecuzione delle prove di tenuta intermedie.
Non sarà consentito procedere con la posa di ulteriori tratti di condotta fino al raggiungimento dell'esito positivo della prova idraulica intermedia.
Le operazioni di prova idraulica intermedia o di collaudo idraulico in campo saranno supervisionate, controllate e verbalizzate dal Direttore dei Lavori, che potrà ordinarne l'esecuzione o la ripetizione fino al raggiungimento dell'esito finale positivo.
Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.
I relativi documenti dovranno essere sottoposti all'esame del Collaudatore per l'accettazione, fatta salva la facoltà di quest'ultimo di richiedere la ripetizione delle prove prescritte.

**Prove delle condotte in acciaio**

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi provvisori (che sono a totale onere dell'Appaltatore e sono già compresi e compensati nel prezzo inerente la posa della tubazione).
Successivamente, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove, come previsto dal citato decreto.
Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavoratori in genere ed alle proprietà dei terreni a causa dei ritardi nelle operazioni suddette saranno a totale carico dell'Appaltatore.
Il Committente potrà prescrivere dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro, muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua; i blocchi sono da rimuovere, in tutto o in parte, dopo le prove, per eseguire il tratto di tubazione corrispondente all'interruzione.
L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove o per il loro controllo da parte del Committente; dovrà quindi provvedere l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, ecc.

Saranno inoltre, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le tubazioni saranno sottoposte ad una pressione pari a **1.5 volte** la pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco provato e comunque con una sovrappressione rispetto alla stessa non inferiore a 3 Bar.
La prova avrà la durata minima di 24 ore.

I manometri utilizzati per il collaudo dovranno essere posti in parallelo, dovranno avere un diametro minimo di 20 cm, con un fondo scala non superiore al 25% della pressione di collaudo.
Si dovranno utilizzare manografi per la registrazione dei valori di pressione e delle curve/diagrammi caratteristiche che forniscano risultati chiari ed inequivocabili.
I diagrammi delle registrazioni dovranno essere forniti alla Direzione Lavori che provvederà alla loro accettazione.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accurata dei giunti di monte e di valle dell'attraversamento. A tale scopo, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti e perfettamente asciutti.

Tutte le operazioni, compreso il vuotamento e il nuovo riempimento della condotta a tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.
Il buon esito della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti di monte e valle attraversamento e del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorchè, buone, del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore.
Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso; la pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un bar al minuto primo.

## 50.47 Formazione di rilevati

- Generalità

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

- Caratteristiche dei materiali

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

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

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.
Il rilevato dovrà essere rullato per strati di altezza massima 40 cm.

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

Si riportano nel seguito le tabelle di riferimento:

Classificazione HRB (AASHO M145-49):

| Classificazione generale: | Materiali granulari (passante al vaglio n. 200: ⩽ 35%) | | | | | | | Limi-Argille (passante al vaglio n. 200: ⩾ 35%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Classificazione di gruppo: | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5<br>A-7-6 |
| Analisi granulometrica; percentuale di passante: | | | | | | | | | | | |
| - al vaglio n. 10 (2 mm): | ⩽ 50 | | | | | | | | | | |
| - al vaglio n. 40 (0.12 mm): | ⩽ 30 | ⩽ 50 | ⩽ 51 | | | | | | | | |
| - al vaglio n. 200 (0.074 mm): | ⩽ 15 | ⩽ 25 | ⩽ 10 | ⩽ 35 | ⩽ 35 | ⩽ 35 | ⩽ 35 | ⩾ 36 | ⩾ 36 | ⩾ 36 | ⩾ 36 |
| Caratteristiche della frazione passante al vaglio n. 40 (0.42 mm): | | | | | | | | | | | |
| - Limite liquido ($w_L$ %): | | | Non plastico | ⩽ 40 | ⩾ 41 | ⩽ 40 | ⩾ 41 | ⩽ 40 | ⩾ 41 | ⩽ 40 | ⩾ 41 |
| - Indice plastico ($PI$ %): | ⩽ 6 | | - | ⩽ 10 | ⩽ 10 | ⩾ 11 | ⩾ 11 | ⩽ 10 | ⩽ 10 | ⩾ 11 | ⩾ 11 * |
| Indice di gruppo ($I$): | 0 | | 0 | 0 | | ⩽ 4 | | ⩽ 8 | ⩽ 12 | ⩽ 16 | ⩽ 20 |
| Materiale costituente: | Ghiaia (pietrame) con sabbia | | Sabbia | Ghiaia e sabbia limosa o argillosa | | | | Limi | | Argille | |
| Materiale come sottofondo: | Da eccellente a buono | | | | | | | Da buono a scarso | | | |

Note: * Se: $PI \leqslant w_L \cdot 30$ Classif. A-7-5, se: $PI \geqslant w_L \cdot 30$ Classif. A-7-6

Classificazione funzionale delle terre secondo la norma CNR UNI 10006:

| Classificazione generale | Terre ghiaia - sabbiosa | | | | | | | Terre limo - argillose | | | | | Torbe e terre organiche palustri |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35% | | | | | | | Frazione passante al setaccio 0,075 UNI 2332 >35% | | | | | |
| Gruppo | A1 | | A3 | A2 | | | | A4 | A5 | A6 | A7 | | A8 |
| Sottogruppo | A1 a | A1 b | | A2-4 | A2-5 | A2-6 | A2-7 | | | | | | |
| Analisi granulometrica - Frazione passante al setaccio | | | | | | | | | | | | | |
| 2 UNI 2332 % | ≤ 80 | | | | | | | | | | | | |
| 0,4 UNI 2332 % | ≤ 30 | ≤ 80 | ≥80 | | | | | | | | | | |
| 0,075 UNI 2332 % | ≤15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | ≤ 35 | |
| Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332 | | | | | | | | | | | | | |
| Limite liquido | 0 | | | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | ≤ 40 | ≤ 40 | |
| Indice di plasticità | ≤ 6 | | N.P. | ≤ 10 | ≤10max | > 10 | > 10 | ≤ 10 | ≤ 10 | > 10 | >10 (IP>LL30) | >10 (IP>LL30) | |
| Indice di gruppo | 0 | | 0 | 0 | | ≤4 | | ≤ 8 | ≤ 12 | ≤ 18 | ≤ 20 | | |
| Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo | ghiaia e breccia, sabbione, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane | | Sabbia fine | ghiaia e sabbia limosa e argillosa | | | | Limi poco compressibili | Limi fort. compressibili | Argille poco compressibili | Argille fort. compressibili med. plastiche | Argille fort. compressibili fort. plastiche | Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre |
| Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo | da eccellenti a buone | | | | | Da mediocre a scadente | | | | | | | Da scartare come sottofondo |
| Azione del gelo sulla qualità portanti del terreno di sottofondo | Nessuna o lieve | | | Media | | | | media | elevata | Media | elevata | Media | |
| Ritiro o rigonfiamento | Nullo | | | Nullo o lieve | | | | Lieve o media | | elevato | elevato | molto elevato | |
| Permeabilità | Elevata | | | Media o scarsa | | | | | | Scarsa o nulla | | | |
| Identificazione dei territori in sito | Facilmente individuabili a vista | | Aspri al tatto Incoerenti allo stato asciutto | La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media e elevata allo strato asciutto indica la presenza di argilla | | | | Reagiscono alla prova di scuotimento - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido | | Non reagiscono alla prova di scuotimento - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido | | | Fibrosi di colore bruno a nero - facilmente individuabili a vista |

- ONERI PER REALIZZAZIONE ARGINI E RILEVATI

**Tutti gli oneri per la realizzazione dei rilevati e degli argini, compresa la fornitura di materiale idoneo da cava (a qualsiasi distanza dal cantiere) in sostituzioni di quello non idoneo presente in loco o mancante come quantità complessive, sono a totale carico dell'impresa appaltatrice.**

**Le quote arginali di progetto (in particolare la quota di sommità) dovrà essere rispettata all'atto del collaudo, dopo il presumibile assestamento del rilevato. Ogni eventuale abbassamento del corpo arginale, nel periodo intercorrente tra l'esecuzione dei lavori ed il collaudo, dovrà essere ripristinato a cura dell'impresa Appaltatrice.**

- Modalità esecutive

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

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

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

- Prove di accettazione e controllo

Prima dell'esecuzione dei lavori la D.L. procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di progetto.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzittutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolar modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.
L'impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

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

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

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

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

## 50.48 Opere in cemento armato (calcestruzzo ed acciaio d'armatura)

Il presente paragrafo riporta le prescrizioni tecniche (sui materiali impiegati, sulla loro progettazione e prescrizione e la relativa messa in opera), le prove di qualifica e le norme di riferimento sia per il calcestruzzo sia per l'acciaio tondo da cemento armato da utilizzare.
I requisiti dei materiali devono essere individuati in fase di progetto e riportati sotto forma di prescrizioni all'interno di:
- elaborati grafici di progetto;
- relazioni tecniche.

I Produttori di calcestruzzo preconfezionato, in accordo a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM17/01/18), dovranno possedere impianti dotati di un Sistema di Controllo della Produzione

(FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato (2003) certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato che opera in coerenza con la UNI EN 45012.

I produttori di acciaio tondo per cemento armato, per ogni loro prodotto, dovranno possedere l'Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e dovranno essere inseriti nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati reso disponibile dal Servizio tecnico Centrale.
Per quanto non specificato presente nel disciplinare, si fa riferimento alla normativa indicata nel paragrafo successivo.

**Normativa di riferimento**

Saranno da applicare le normative nazionali e le linee guida sui calcestruzzi, si considera come normativa di riferimento l'insieme delle norme UNI EN in vigore per i diversi materiali, gli elementi, le procedure operative e le prove, in particolare:
- DM 17/01/2018 Norme Tecniche per Costruzioni
- Circolare 21/01/2019 n. 7 Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- CSLLPP - Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato
- CSLLPP - Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale
- UNI EN 206-1 - Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104 - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 197-1 - Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 12620 - Aggregati per calcestruzzo
- UNI 8520 Parte 1 e 2 - Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620

**Costituenti del calcestruzzo**

Cementi
Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1.

Per la realizzazione dei getti massivi e laddove specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, si dovrà utilizzare cementi di tipo pozzolanico (CEM IV eV) a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.
Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati in accordo con la UNI 9156.
In funzione dell'intensità dell'attacco solfatico si dovranno impiegare cementi a moderata, alta o altissima resistenza.
A mero titolo esemplificativo vale quanto di seguito indicato:

| Classe di esposizione | Concentrazione di solfato nelle acque (mg/kg) | Tipo di cemento |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| XA1 (attacco debole) | ≥ 200 e ≤ 600 | MRS |
| XA2(attacco moderato) | > 600 e ≤ 3.000 | ARS |
| XA3 (attacco forte) | > 3.000 e ≤ 6.000 | AARS |

| **Classe di esposizione** | **Concentrazione di solfato nel terreno(mg/kg)** | **Tipo di cemento** |
|---|---|---|
| XA1 (attacco debole) | ≥ 2.000 e ≤ 3.000 | MRS |
| XA2(attacco moderato) | > 3.000 e ≤ 12.000 | ARS |
| XA3 (attacco forte) | > 12.000 e ≤ 24.000 | AARS |

Se è prevista invece una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206 e UNI 11104, conseguente al contatto con acque dilavanti (acque molto pure o ricche di anidride carbonica aggressiva), che possono causare di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti alle acque dilavanti, in accordo con la UNI 9606.
In funzione della concentrazione di anidride carbonica libera nell'acqua si dovranno impiegare cementi a moderata, alta o altissima resistenza; a mero titolo esemplificativo vale quanto di seguito indicato:

| **Classe di esposizione** | **Concentrazione di anidride carbonica Aggressiva nelle acque(mg/kg)** | **Tipo di cemento** |
|---|---|---|
| XA1 | ≥ 10 e ≤ 40 | MRD |
| XA2 | > 40 e ≤ 100 | ARD |
| XA3 | > 100 | AARD |

Per attacchi più severi di quelli previsti dalle classi di esposizione XA (attacco molto forte) si rende necessario ricorrere a protezioni supplementari, utilizzando delle protezioni superficiali quali guaine, resine o pitture impermeabilizzanti.

Aggiunte
Per le aggiunte di tipo I (aggiunte praticamente inerti) si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.
Per le aggiunte di tipo II (aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente) si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.
La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta.

*Ceneri volanti (ceneri di carbone o fly ash)*
Le ceneri provenienti dalla combustione del carbone, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 450 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.
Le ceneri non conformi alla UNI EN 450, ma conformi alla UNI EN 12620 possono essere utilizzate nel calcestruzzo come aggregato.
Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k per le ceneri conformi alla UNI EN 450, definito al punto 5.2.5.2 della UNI-EN 206 verrà desunto in accordo al prospetto 3 della UNI 11104, qui di seguito riportato per comodità.

| **Tipo di cemento** | **Classi di resistenza** | **Valori di k** |
|---|---|---|

| Tipo di cemento | Classi di resistenza | Valori di k |
|---|---|---|
| CEM I | 32.5 N, R | 0.2 |
| CEM I | 42.5 N, R<br>52.5 N, R | 0.4 |
| CEM IIA | 32.5 N, R<br>42.5 N, R | 0.2 |
| CEM IIIA | 32.5 N, R<br>42.5 N, R | 0.2 |
| CEM IVA | 32.5 N, R<br>42.5 N, R | 0.2 |
| CEM VA | 32.5 N, R<br>42.5 N, R | 0.2 |

*Fumo di silice (microsilice o silica fume)*
I fumi di silice provenienti dalle industrie che producono il silicio metallico e le leghe ferro- silicio, ai fini dell'utilizzazione nel calcestruzzo come aggiunte di tipo II, devono essere conformi alla UNI EN 13263 parte 1 e 2 e provviste di marcatura CE in ottemperanza alle disposizioni legislative in materia di norma armonizzata.
Il fumo di silice può essere utilizzato allo stato naturale (in polvere così come ottenuto all'arco elettrico), come sospensione liquida ("slurry") di particelle con contenuto secco del 50% in massa oppure in sacchi di premiscelato contenenti fumo di silice e additivo superfluidificante. Se impiegato in forma di slurry il quantitativo di acqua apportato dalla sospensione contenente fumo di silice dovrà essere tenuto in conto nel calcolo del rapporto acqua/cemento equivalente.

In deroga a quanto riportato al punto 5.2.5.2.3 della norma UNI EN 206 la quantità massima di fumo di silice che può essere considerata agli effetti del rapporto acqua/cemento equivalente e del contenuto di cemento deve soddisfare il requisito: fumo di silice ≤ 7% rispetto alla massa di cemento.
Se la quantità di fumi di silice che viene utilizzata è maggiore, l'eccesso non deve essere considerato agli effetti del concetto del valore k.

Ai fini del calcolo del rapporto a/c equivalente il coefficiente k verrà desunto dal prospetto seguente che deve intendersi generalmente riferito a fumi di silice utilizzati nel confezionamento di calcestruzzi impiegando esclusivamente con cementi tipo I e CEM II-A di classe 42,5 e 42,5R conformi alla UNI EN 197-1:
- per un rapporto acqua/cemento prescritto ≤0,45 k = 2,0
- per un rapporto acqua/cemento prescritto >0,45 k = 2,0 eccetto k = 1,0 per le classi di esposizione XC e XF.

La quantità (cemento + k * quantità fumo di silice) non deve essere minore del dosaggio minimo di cemento richiesto ai fini della durabilità in funzione della classe (delle classi) di esposizione ambientale in cui la struttura ricade.
L'impiego di fumo di silice con cementi diversi da quelli sopramenzionati è subordinato all'approvazione preliminare della Direzione Lavori

## Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a 2300 kg/m$^3$. A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità specificati nei paragrafi successivi.

Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di 2300 Kg/m$^3$. Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di 2600 kg/m$^3$.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:
- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO3 da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

*Aggregati di riciclo*

In attesa di specifiche normative sugli aggregati di riciclo è consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella che segue, a condizione che il calcestruzzo possegga i requisiti reologici, meccanici e di durabilità di cui ai paragrafi successivi.

Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.
Al fine di individuare i requisiti chimico-fisici aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, occorrerà fare specifico riferimento alla UNI 8520 parti 1 e 2.

| **Origine del materiale da riciclo** | **Rck [MPa]** | **Percentuale di impiego** |
|---|---|---|
| Demolizioni di edifici (macerie) | = 10 | fino al 100% |
| Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. | ≤ 37 | ≤ 30% |
| | ≤ 25 | fino al 60% |
| Riutilizzo interno | ≤ 55 | fino al 15% |
| negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati | Stessa classe del | fino al 5% |

| | | |
|---|---|---|
| da qualsiasi classe di calcestruzzi >C(45/55) | calcestruzzo d'origine | |

**Additivi**

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.
Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

*Additivi fluidificanti e superfluidificanti*

Al fine di ottenere il corretto rapporto a/c e la classe di lavorabilità prevista si dovranno impiegare nel calcestruzzo additivi superfluidificanti conformi alla norma UNI EN 934-2, sia per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche che quelle prestazionali.
Il dosaggio degli additivi dovrà essere conforme a quello dichiarato dalle schede tecniche del produttore.
Nel caso in cui una miscela richieda un dosaggio superiore a tali limiti per garantire le prestazioni richieste fino alla fine dello scarico della betoniera, si dovrà passare all'impiego di un additivo con prestazioni superiori, per evitare problemi di segregazione ed influenzare i tempi di presa del calcestruzzo.

*Additivi aeranti*
In caso di conglomerati cementizi per la realizzazione di opere sottoposte a cicli di gelo e disgelo dovranno essere utilizzati specifici additivi aeranti, come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104, al fine di garantire il rispetto delle prescrizioni di cui ai successivi punti relativi al contenuto di aria occlusa.

*Additivi ritardanti*
Additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche (es. periodo estivo);
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

*Additivi acceleranti*
Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

*Antievaporanti*
Eventuali prodotti antievaporanti filmogeni devono rispondere alla normativa vigente.

L'Appaltatore deve sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori la documentazione tecnica sul prodotto e sulle modalità di applicazione; egli deve accertarsi, che il materiale impiegato sia compatibile con prodotti di successive lavorazioni (ad esempio con il primer di adesione di guaine per impermeabilizzazione di solette) e che non interessi le zone di ripresa del getto.

*Disarmanti*
Come disarmanti è vietato usare lubrificanti di varia natura e oli esausti. Dovranno invece essere impiegati prodotti specifici, conformi alla Norma UNI EN 934 parti 1 e 2 per i quali sia stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

Acqua d'impasto
Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

**Caratteristiche della miscela**

Prescrizioni per la durabilità
Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI EN 206 e UNI 11104 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale.
Tali requisiti dovranno essere prescritti in sede di progettazione e non dovranno trascurare gli effetti dell'ambiente sui materiali da costruzione: in particolare è vincolato a considerare le caratteristiche fisico-meccaniche del calcestruzzo, allo stato fresco e indurito, al fine di garantire la durabilità delle prestazioni del materiale e della struttura durante l'intera vita d'uso della struttura stessa.

Classi di resistenza
Per indicare la classe di resistenza si utilizza nel seguito la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica fck e yy il valore della resistenza caratteristica cubica Rck, entrambi espressi in N/mm2 (1 $N/mm^2 \approx 10$ $Kg/cm^2$).

| **Classe di resistenza** | **fck ($N/mm^2$)** | **Rck ($N/mm^2$)** | **Categoria del calcestruzzo** |
|---|---|---|---|
| C8/10 | 8 | 10 | NON STRUTTURALE |
| C12/15 | 12 | 15 | |
| C16/20 | 16 | 20 | |
| C20/25 | 20 | 25 | |
| C25/30 | 25 | 30 | |
| C28/35 | 28 | 35 | |
| C32/40 | 32 | 40 | |
| C35/45 | 35 | 45 | |
| C40/50 | 40 | 50 | STRUTTURALE |
| C45/55 | 45 | 55 | ORDINARIO |
| C50/60 | 50 | 60 | |
| C55/67 | 55 | 67 | ALTE PRESTAZIONI |
| C60/75 | 60 | 75 | |
| C70/85 | 70 | 85 | |
| C80/95 | 80 | 95 | ALTA RESISTENZA |

| Classe di resistenza | fck (N/mm²) | Rck (N/mm²) | Categoria del calcestruzzo |
|---|---|---|---|
| C90/105 | 90 | 105 | |

Classi di resistenza del calcestruzzo

**Classi di esposizione ambientale**

Ai fini di una corretta scelta del tipo e classe di calcestruzzo è fondamentale stabilire l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale dovrà essere inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme di tutte le azioni chimiche e fisiche alle quali si presume che il calcestruzzo armato possa essere esposto durante il periodo di vita delle opere e che causano effetti che non possono essere classificati come azioni dirette (carichi) o indirette (deformazioni impresse, cedimenti, variazioni termiche) nella progettazione strutturale.

A seconda di tali azioni, sono individuate, nelle norme UNI 11104 e UNI EN 206 - 1 le classi e sottoclassi di esposizione ambientale elencate nella tabella seguente.

| Classe | Ambiente di esposizione | Esempi di condizioni ambientali |
|---|---|---|
| **1 - Nessun rischio di corrosione delle armature o di attacco al calcestruzzo** | | |
| X0 | Molto secco | Interni di edifici con umidità relativa molto bassa |
| **2 - Corrosione delle armature indotta da carbonatazione del calcestruzzo** | | |
| XC1 | Secco | Interni di edifici con umidità relativa bassa |
| XC2 | Bagnato, raramente secco | Parti di strutture di contenimento liquidi; Fondazioni |
| XC3 | Umidità moderata | Interni di edifici con umidità da moderata ad alta - Calcestruzzo all'esterno riparato dalla pioggia |
| XC4 | Ciclicamente secco e bagnato | Superfici a contatto diretto con acqua non comprese nella classe XC2 |
| **3 - Corrosione indotta dai cloruri** | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici esposte a spruzzi diretti d'acqua contenente cloruri |
| XD2 | Bagnato, raramente secco | Piscine - Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri |
| XD3 | Ciclicamente secco e bagnato | Parti di ponti - Pavimentazioni - Solette di parcheggi per auto |
| **4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare** | | |
| XS1 | Esposizione alla salsedine marina, ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture sulla costa o in prossimità della costa |
| XS2 | Zone sommerse | Parti di strutture marine |
| XS3 | Zone di maree, zone soggette a spruzzi | Parti di strutture marine |
| **5 - Attacco da cicli di gelo/disgelo** | | |
| XF1 | Grado moderato di saturazione, in | Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo |

| Classe | Ambiente di esposizione | Esempi di condizioni ambientali |
|---|---|---|
| | assenza di agenti disgelanti | |
| XF2 | Grado moderato di saturazione, in presenza di agenti disgelanti | Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti disgelanti nebulizzati nell'aria |
| XF3 | Grado elevato di saturazione, in assenza di agenti disgelanti | Superfici orizzontali esposti alla pioggia e al gelo |
| XF4 | Grado elevato di saturazione, in presenza di agenti disgelanti | Impalcati stradali e ponti esposti ad agenti disgelanti - Superfici verticali e orizzontali esposte al gelo e a spruzzi d'acqua contenenti agenti disgelanti |
| **6 - Attacco chimico** | | |
| XA1 | Aggressività debole | |
| XA2 | Aggressività moderata | |
| XA3 | Aggressività forte | |

Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo (prospetto 1 Uni 11104)

| | GRADO DI ATTACCO | | |
|---|---|---|---|
| | XA1 (debole) | XA2 (moderato) | XA3 (forte) |
| **Agente aggressivo nelle acque** | | | |
| Ph | 6,5 - 5,5 | 5,5 - 4,5 | 4,5 - 4,0 |
| $CO_2$ aggressiva - mg/l | 15 - 30 | 30 - 60 | 60 -100 |
| ioni ammonio $NH4^+$ - mg/l | 15 - 30 | 30 -60 | 60 - 100 |
| ioni magnesio $Mg^{++}$ - mg/l | 300 - 1000 | 1000 - 3000 | > 3000 |
| ioni solfato $SO_4^{--}$ - mg/l | 200 - 400 | 400 - 1500 | 1500 - 6000 |
| **Agente aggressivo nel terreno** | | | |
| ioni solfato $SO_4^{--}$ mg/kg di terreno seccato all'aria | 2000 - 6000 | 6000 - 12000 | > 12000 |

Classi di esposizione ambientale - Attacco chimico

**Rapporto a/c**

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

($a_{aggr}$) quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

($a_{add}$) aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m$^3$) o le aggiunte minerali in forma di slurry (sospensione liquida);

($a_m$) aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add}$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eq}}{\left(c + K_{cv}cv + K_{fs}f_s\right)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.
I termini utilizzati sono:
c dosaggio per $m^3$ di impasto di cemento;
$c_v$ dosaggio per $m^3$ di impasto di cenere volante;
$f_s$ dosaggio per $m^3$ di impasto di fumo di silice;
$K_{cv}$; $K_{fs}$ coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

*Tenuta idraulica*
Nelle vasche adibite al contenimento di acqua o nei manufatti a tenuta in genere, il calcestruzzo deve garantire oltre che una bassa diffusività agli agenti aggressivi ai fini della durabilità, anche una bassa permeabilità ai fini della tenuta idraulica.
Entrambi i requisiti si raggiungono attraverso un idoneo valore del rapporto a/c del calcestruzzo.
Per contribuire a diminuire la permeabilità del calcestruzzo si può aggiungere nel mix design il fumo di silice (o di altre aggiunte a comportamento pozzolanico) il quale riduce la capillarità della matrice cementizia.

L'utilizzo degli additivi impermeabilizzanti non migliora l'impermeabilità del calcestruzzo poiché la loro funzione è quella di ridurre l'assorbimento capillare e di ostacolare la migrazione di acqua non in pressione all'interno del calcestruzzo.

Hanno invece un effetto positivo sulla tenuta idraulica gli additivi superfluidificanti che migliorano la lavorabilità del calcestruzzo, e pertanto la successiva compattazione senza intervenire sul rapporto a/c.
Risultano utili anche gli additivi compensatori di ritiro.

<u>Classi di consistenza – lavorabilità</u>

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

La lavorabilità è comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.
La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche e, di conseguenza, può essere valutata solo in modo relativo, sulla base del comportamento dell'impasto fresco a determinate modalità di prova.
Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto sarà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni.

La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 $m^3$ di calcestruzzo.

In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

| Classe di consistenza | Abbassamento mm | Denominazione corrente |
|---|---|---|
| S1 | da 10 a 40 | Umida |
| S2 | da 50 a 90 | Plastica |
| S3 | da 100 a 150 | Semifluida |
| S4 | da 160 a 210 | Fluida |

*Classi di consistenza mediante misura dell'abbassamento al cono*

| Classe di consistenza | Spandimento mm |
|---|---|
| FB1 | ≤ 340 |
| FB2 | da 350 a 410 |
| FB3 | da 420 a 480 |
| FB4 | da 490 a 550 |
| FB5 | da 560 a 620 |
| FB6 | ≥ 630 |

*Classi di consistenza mediante misura dello spandimento*

Sarà cura del Fornitore/Appaltatore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta sarà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere.

Trascorso questo tempo sarà l'Impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della Direzione Lavori:

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'Impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto.

Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti.
In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possegga i requisiti di lavorabilità prescritti.

Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla Direzione Lavori che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

Le miscele a consistenza plastica - semifluida cadono nel campo di maggior sensibilità del metodo di abbassamento al cono.
In generale, data la selettività dei vari metodi di prova, si raccomanda di interpretare con cautela i risultati delle misure quando i valori cadono al di fuori dei seguenti limiti:
- abbassamento al cono: < 10 mm > 210 mm;
- spandimento: < 340 mm > 620 mm.

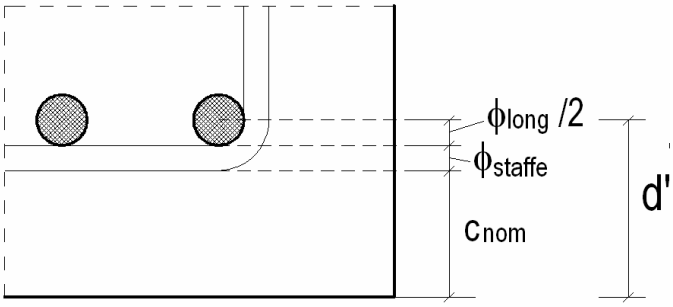
In relazione ai campi di sensibilità di cui sopra, è data facoltà all'Appaltatore, con approvazione da parte della Direzione Lavori, anche la qualifica dei calcestruzzi con uno slump di riferimento sulla base delle indicazione della UNI EN 206-1.
Si prevede l'uso di calcestruzzi almeno con classe di consistenza S4 per le platee e S5 per le pareti.

**Granulometria degli aggregati e Dmax**

La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai precedenti paragrafi.
La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'Appaltatore (ad esempio, pompabilità), quelle di resistenza meccanica a compressione, di durabilità e di tenuta idraulica richieste per il conglomerato.
La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di:
- ¼ della sezione minima dell'elemento da realizzare,
- dell'interferro ridotto di 5 mm,
- dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli eurocodici).

**Copriferro**

L'EC 2 definisce COPRIFERRO NOMINALE ($c_{nom}$) la distanza tra la superficie dell'armatura più esterna e la faccia del calcestruzzo più prossima.
Tale valore non va confuso con il parametro (**d'**) utilizzato nei calcoli per la definizione dell'altezza utile della sezione (**d**).




Il $c_{nom}$, che va indicato obbligatoriamente nei disegni esecutivi, è così definito:
$c_{nom}$ [mm] = $c_{min}$ + $\Delta c$ = max ($c_{min,b}$; $c_{min,dur}$; $c_{min,fuoco}$) + 10
dove:

-$c_{min}$ copriferro minimo per soddisfare i requisiti di aderenza, durabilità ed eventuale resistenza al fuoco; esso corrisponderà al maggiore dei tre valori;
-$\Delta c$ tolleranza di posizionamento delle armature, pari a 10mm[3];
-$c_{min,b}$ copriferro minimo per garantire l'aderenza, pari al diametro per il numero di barre nel caso di eventuali gruppi di barre;
-$c_{min,fuoco}$ garantisce la resistenza all'incendio (gli spessori sono riportati in EN 1992-1-2 e nel recente DM 16/02/07);
-$c_{min,dur}$ copriferro minimo per garantire la durabilità dell'opera, definito dalle classi di esposizione.

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

| **Classi di esposizione ambientale** | **Spessore minimo di copriferro ($c_{min,dur}$)** | |
|---|---|---|
| | **Vita nominale: 50 anni** | |
| | **c.a.** | **c.a.p.** |
| **X0** | 10 | 10 |
| **XC1** | 15 | 25 |
| **XC2, XC3** | 25 | 35 |
| **XC4** | 30 | 40 |
| **XS1, XD1** | 35 | 45 |
| **XS2, XD2** | 40 | 50 |
| **XS3, XD3** | 45 | 55 |

*Spessori minimi del copriferro per garantire la durabilità secondo i prospetti 4.4N e 4.5N dell'EC 2.*

Nel caso di calcestruzzi a contatto con superfici irregolari, i valori del cmin debbono essere incrementati per tener conto delle maggiori tolleranze di esecuzione previste. L'incremento è proporzionale all'entità delle prevedibili irregolarità.

Il copriferro minimo deve essere almeno pari a 45 mm per un calcestruzzo gettato in opera contro terreni trattati (compreso calcestruzzo di spianatura: fondazioni, pareti contro terra, ecc) e a 75 mm per un calcestruzzo gettato direttamente contro il terreno senza lisciatura delle pareti verticali di scavo (per es. pareti contro terra ).
Tali valori tengono già conto della difficoltà o impossibilità, per le strutture di fondazione e contro terra, di rilevare visivamente un processo degenerativo del calcestruzzo e/o dei ferri d'armatura.

Contenuto d'aria
Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il Fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro.
Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

[3] *Si assume un valore di 5 mm quando si opera in regime di "garanzia di qualità", che prevede un'accurata verifica in opera degli spessori effettivi del copriferro, nonché del corretto posizionamento delle armature.*

Acqua di bleeding
L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

Classe di Contenuto di cloruri
Per garantire la durabilità alla corrosione delle armature, il contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo5 secondo la UNI EN 206, deve essere inferiore al 0,4% (classe di contenuto di cloruri Cl 0,40)
5 Inteso come somma del contenuto di cloruri apportato dall'acqua, dal cemento dalle aggiunte minerali, dagli additivi e dagli aggregati.

**Acciaio tondo**

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 40 mm), rotoli tipo B450C (6 mm ≤ Ø ≤ 16 mm);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri ≤ 16mm per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati (6 mm ≤ Ø ≤ 12 mm) tipo B450C.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, DM17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Saldabilità e composizione chimica
La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

| **Tipo di Analisi** | **CARBONIO (a)** % | **ZOLFO** % | **FOSFORO** % | **AZOTO (b)** % | **RAME** % | **CARBONIO EQUIVALENTE (a)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Analisi su colata | 0,22 | 0,050 | 0,050 | 0,012 | 0,80 | 0,50 |
| Analisi su prodotto | 0,24 | 0,055 | 0,055 | 0,014 | 0,85 | 0,52 |

a è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.
b Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

Valori max di composizione chimica secondo DM 17/01/2018

Proprietà meccaniche
Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).

Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630. Il valore della tensione $\sigma_{max}$ sarà 270 N/mm$^2$ (0,6 fy,nom).

L'intervallo delle tensioni, 2σ deve essere pari a 150 N/mm$^2$ per le barre diritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm$^2$ per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a 2 x 106.

Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc..).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

| **Diametro nominale (mm)** | **Lunghezza libera** | **Deformazione (%)** |
|---|---|---|
| d ≤ 16 | 5 d | ± 4 |
| 16 < 25 | 10 d | ± 2,5 |
| 25 ≤ d | 15 d | ± 1,5 |

*Prova carico ciclico in relazione al diametro*

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

Diametri e sezioni equivalenti

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il DM 17/01/2018.

- Diametro nominale (mm) Da 6 a ≤ 8 Da > 8 a ≤ 50
- Tolleranza in % sulla sezione ± 6 ± 4,5

Aderenza e geometria superficiale

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il DM 17/01/2018.

L'indice di aderenza Ir deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del DM 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

| **Diametro nominale (mm)** | **Ir** |
|---|---|
| 5 ≤ Ø ≤ 6 | ≥ 0.048 |
| 6 < Ø ≤ 8 | ≥ 0.055 |
| 8 < Ø ≤ 12 | ≥ 0.060 |
| Ø > 12 | ≥ 0.065 |

**Qualifica e accettazione dei materiali**

Controlli sul calcestruzzo

*Qualifica del calcestruzzo*
In accordo al DM 17/01/2018 al punto 11.2.8 si definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.
Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012.
A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato.

L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno.
In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.
Ove opportuno la Direzione Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento,etc.).

*Controlli di accettazione del calcestruzzo*

Il controllo di base, per l'accettazione del calcestruzzo in cantiere, deve soddisfare le prescrizioni di cui allo specifico paragrafo "Controlli di accettazione" (par. 11.2.5) riportato nelle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (DM17/01/18).
Le prove da effettuare ai fini dell'accettazione devono essere eseguite in conformità alle norme UNI EN 12350 - 1 per quanto attiene il campionamento, ed alle norme UNI EN 12390, nelle varie parti, per quanto attiene il confezionamento e la stagionatura dei provini, nonché le relative prove di resistenza a compressione.

*Controllo della lavorabilita' del calcestruzzo*
La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 $m^3$ di calcestruzzo.
In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

*Proprietà reologiche per i calcestruzzi autocompattanti (SCC)*
Il SCC si differenzia dal calcestruzzo ordinario per le sue proprietà allo stato fresco:

- capacità di flusso
- scorrimento confinato
- resistenza alla segregazione

Per la valutazione delle proprietà è necessario far riferimento alla UNI 11040 nella quale si specificano le caratteristiche e i valori di accettazione per le prove da effettuare in fase di qualifica delle miscele.
I metodi di prova per la misura delle caratteristiche del calcestruzzo autocompattante allo stato fresco sono specificate dalle norme che seguono:

| **Metodo di prova** | **Norma di riferimento** |
|---|---|
| SLUMP-FLOW | UNI 11041 |
| V-FUNNEL | UNI 11042 |
| L-BOX | UNI 11043 |
| U-BOX | UNI 11044 |
| J-RING | UNI 11045 |

*Eventuali controlli aggiuntivi sul calcestruzzo*
Di seguito si riporta la tabella inserita nelle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale" (rif. Par 5.2 Pag 21) edite dal CSSLLP.

| | **Procedura** | **Requisiti** | **Frequenza** |
|---|---|---|---|
| Documento di produzione o bolla d'accompagnamento | Verifica visiva | Conformità alle specifiche | Ogni partita (consegna) |
| Consistenza (lavorabilità) del calcestruzzo | Verifica visiva e controllo secondo il metodo di riferimento | Conformità alla classe di consistenza | Quando opportuno, nel corso dei prelievi per la valutazione della resistenza |
| Omogeneità del | Verifica visiva e/o | Aspetto uniforme, e di | In caso di dubbio |

| | Procedura | Requisiti | Frequenza |
|---|---|---|---|
| calcestruzzo | confronto tra le proprietà di differenti partite (consegne) | sottocampioni omogenei. | |
| Massa volumica del calcestruzzo fresco | UNI EN 12350-6 | Verifica della miscela | Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori |
| Dosaggio in cemento | Controllo della quantità pesata dei costituenti nella preparazione dell'impasto | Verifica della miscela | Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori |
| Dosaggio in acqua e rapporto acqua/cemento | Controllo della quantità dosata nell'impasto o secondo metodologia da concordarsi tra le parti | Verifica della miscela | Se richiesto dalle specifiche tecniche o dalla Direzione Lavori |
| Prelievo di campioni per verifica della resistenza a compressione. | Secondo le procedure previste dalla norma | Verifica Rck alla scadenza ordinaria e se necessario alle brevi stagionature | Secondo le vigenti norme tecniche e/o secondo le specifiche progettuali, se più restrittive |
| Contenuto d'aria | UNI EN 12350-7 | Conformità alle specifiche. | Se richiesto per la classe di esposizione e nelle specifiche progettuali |
| Altre caratteristiche: ora di consegna, ora di messa in opera temperatura calcestruzzo fresco | Registrazione | | Secondo richiesta |
| Rilavorazione (per riprendere la consistenza prescritta) | Registrazione. La rilavorazione deve essere vietata se comporta una riduzione inaccettabile delle prestazioni del calcestruzzo | Dosaggio e tipo d'additivo aggiunto | Ogni qual volta è effettuata |

Controlli sull'acciaio

*Controllo della documentazione*
In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM 17/01/2018 al punto 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.3.2.11 e 11.3.2.12 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.
Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 17/01/2018.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :
- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;

- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.
In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione.
Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

La Direzione Lavori prima della messa in opera è tenuta a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati.
La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua il leggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

*Controllo di accettazione*
La Direzione Lavori è obbligata ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel DM 17/01/2018 al punto 11.3.2.10.4.
Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.
All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.
In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.
Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dalla Direzione Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dalla Direzione Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dalla Direzione Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).
Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

| Caratteristica | Valore Limite | Note |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| fy minimo | 425 N/mm$^2$ | (450 - 25) N/mm$^2$ |
| fy massimo | 572 N/mm$^2$ | [450x(1.25+0.02)] N/mm$^2$ |
| Agt minimo | ≥ 6.0% | Per acciai laminati a caldo |
| Rottura/snervamento | $1.13 < f_t/f_y < 1.37$ | Per acciai laminati a caldo |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche | Per tutti |

*Valori limite per prove acciaio*

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.
Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente.

Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.
Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.
I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza.
In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità della Direzione Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

*Prova di piega e raddrizzamento*
In accordo con quanto specificato nel DM 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

| Diametro nominale (d) - mm | Diametro massimo del mandrino |
|---|---|
| Ø < 12 | 4d |
| 12 ≤ Ø ≤ 16 | 5d |
| 16 < Ø ≤ 25 | 8 d |
| 25 < Ø ≤ 40 | 10 d |

*Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento*

**Posa in opera dei materiali**

L'ottenimento del requisito di tenuta idraulica può essere conseguito solo se, unitamente alla scelta del calcestruzzo con determinate prestazioni si effettua un'attenta ed accurata posa, compattazione, e maturazione del getto ed una scrupolosa esecuzione delle riprese di getto.

Pertanto per garantire un conglomerato armato di adeguata durabilità ed impermeabilità si farà riferimento a quanto dettagliato nei paragrafi seguenti con riferimento alla posa in opera del calcestruzzo e dell'acciaio tondo da cemento armato.

Inoltre se l'Appaltatore e la Direzione Lavori necessitassero di ulteriori specifiche potranno far riferimento alle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Calcestruzzo

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della Direzione Lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice.
Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.
Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto.
In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

*Accorgimenti per i getti alle basse/alte temperature ambientali*

L'efficacia di un getto è fortemente influenzata dalla temperatura esterna nel momento in cui questo viene eseguito.

a. Basse temperature

Le temperature troppo basse, le gelate notturne e le forti raffiche di vento sono i principali fattori negativi incidenti sulla corretta maturazione del getto in calcestruzzo nel periodo invernale.
È proibito pertanto eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura ambientale scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla Direzione Lavori
Infatti la norma UNI EN 206-1 prescrive che il calcestruzzo fresco non deve scendere al di sotto di 5 °C poiché una bassa temperatura rallenta la reazione di idratazione allungando i tempi di presa e di primo indurimento con allungamento dei tempi di stagionatura protetta.
Il calcestruzzo fresco va protetto dal gelo, soprattutto nelle ore notturne dei getti pomeridiani. Nei getti orizzontali (platee di fondazione, piastre, ecc.) bisogna evitare l'eventuale congelamento dell'acqua d'impasto

che affiora in superficie e che, dilatandosi, distrugge la parte corticale, oltre a renderla pulverulenta a causa del cemento non idratato per solidificazione dell'acqua.
I getti verticali (pareti delle vasche, ecc.) anche se casserati, devono essere protetti dall'abbassamento della temperatura, altrimenti il maggior raffreddamento delle parti con maggior superficie specifica (come gli spigoli delle pareti) può arrivare a causare il loro distacco.
Nel caso di getti con temperature ambientali inferiori a 5 °C, l'Appaltatore dovrà rispettare almeno le seguenti specifiche:

- utilizzare un calcestruzzo con tempi di presa più rapidi utilizzando ad esempio additivi acceleranti oppure classi di resistenza superiori con rapporti a/c inferiori;
- utilizzare cementi tipo 42,5 R più idoneo ai getti effettuati a basse temperature, e con proprietà di riduzione dei tempi di maturazione in cassero;
- gettare il calcestruzzo in un orario compreso tra le ore 7 e le ore 13; è sconsigliato gettare nel resto della giornata in quanto le prime ore di inizio presa coinciderebbero con le ore notturne incorrendo nel pericolo di gelate e abbassamenti di temperatura al di sotto dei 0 °C;
- mantenere le superfici del getto, casserate e non, protette termicamente per almeno 7 giorni mediante pannelli e/o materassini termoisolanti (in polistirolo o altro materiale idoneo) per evitare la dispersione del calore di idratazione;
- coprire le superfici non casserate del calcestruzzo appena gettato con un foglio di polietilene prima della predisposizione dei materassini termoisolanti;
- evitare getti con temperatura prossima a 0 °C. L'aumento o la diminuzione del volume dell'acqua per il passaggio dallo stato solido a liquido e viceversa produce cavillature dannose.

b. Alte temperature

Le temperature troppo alte, la bassa umidità relativa e il vento, sono i principali fattori negativi sulla corretta posa in opera e maturazione del getto in calcestruzzo nel periodo estivo. Pertanto bisognerebbe evitare di gettare quando la temperatura esterna supera i 33° C (UNI EN 206-1).
Infatti in questi casi si accorciano eccessivamente i tempi di presa e s'innalza la richiesta di acqua e la velocità di perdita di lavorabilità.

In questi casi l'Appaltatore deve seguire almeno le seguenti prescrizioni:

- utilizzare calcestruzzi con classi di consistenza superiori (S5) mediante l'aggiunta di additivi superfluidificanti;
- prevedere l'eventuale impiego di additivi ritardanti;
- utilizzare il calcestruzzo nei momenti meno caldi della giornata
- proteggere il getto dalla forte evaporazione dell'acqua, (vedi par. 6.4) per almeno 7 giorni;
- programmare esattamente i tempi di getto e di finitura evitando di far aspettare in cantiere le autobetoniere sotto il sole considerando che alle alte temperature il calcestruzzo indurisce rapidamente lasciando poco tempo a disposizione per il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo stesso;

Particolare attenzione occorre nel caso di rischio di forte escursione termica notturna che può innescare nel getto forti autotensioni per contrazione termica.

*Accorgimenti per l'esecuzione dei getti*
Il trasporto dall'impianto di betonaggio, lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione esterna del conglomerato.
Per motivi di sicurezza la betoniera e la pompa dovranno essere posizionati ad una distanza dallo scavo superiore alla profondità dello scavo stesso.

Prima di effettuare il getto la Direzione Lavori si deve accertare che i distanziatori siano stati posati correttamente e che la misura del copri ferro sia quella prescritta dagli elaborati progettuali.

Per conservare la richiesta omogeneità del calcestruzzo fresco, durante il getto devono essere rispettate almeno i seguenti accorgimenti:

- l'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà o uno scivolo o un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso;
- durante il getto in forme verticali il calcestruzzo non deve urtare contro le pareti delle casseforme o contro i ferri di armatura affinché non avvenga la separazioni degli inerti più pesanti e la formazione di macro bolle che rendono disomogeneo l'impasto riducendo la resistenza del calcestruzzo un opera;
- per evitare la segregazione bisogna evitare di scaricare il calcestruzzo fresco formando cumuli che successivamente vengono stesi.

*Accorgimenti per la compattazione dei getti*

La compattazione dei getti va eseguita con perfetta cura per evitare che si manifestino fenomeni di segregazione esterna con formazione di nidi di ghiaia e che rimangano percentuali eccessive di aria inglobate nell'impasto.

Una non adeguata compattazione del getto, oltre a compromettere la durabilità del calcestruzzo armato, può far aumentare la permeabilità del calcestruzzo a valori incompatibili con il requisito di tenuta idraulica.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete ed ad immersione da utilizzarsi separatamente o contemporaneamente.

Nel caso si adoperi il sistema di vibrazioni a parete l'ubicazione e la distanza dei vibratori esterni, che vengono applicati alla casseforme (che fungono quindi da membrane vibranti), deve essere studiato in funzione della tipologia di cassaforma adoperata.

Nel caso invece si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, devono essere soddisfatti almeno i seguenti accorgimenti:

- durante il getto si devono utilizzare contemporaneamente un numero adeguato di vibratori (almeno due per tubo getto);
- la posa deve essere eseguita per strati di spessore inferiore a 30 cm;
- l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente immergendolo per una profondità superiore a quella dello strato eseguito in modo da interessare anche il calcestruzzo già compattato (per almeno 10 - 15 centimetri), per un tempo funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 6.1) - meno fluido è il calcestruzzo maggiore deve essere il tempo di permanenza dell'ago nella massa del calcestruzzo;
- la vibrazione deve interessare l'intera massa del calcestruzzo. Pertanto la distanza fra due inserimenti consecutivi dell'ago deve essere inferiore a 7,5 volte il diametro dell'ago stesso (d=60-80 mm) per cui inferiore a circa 50 cm;
- durante la vibrazione l'ago non deve entrare in contatto con la cassaforma e i ferri di armatura.

| **Classe di consistenza** | **Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)** |
|---|---|
| S1 | 25 - 30 |
| S2 | 20 - 25 |

| | |
|---|---|
| S3 | 15 - 20 |
| S4 | 10 - 15 |
| S5 | 5 - 10 |
| F6 | 0 - 5 |
| SCC | *Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della Direzione Lavori)* |

*Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato*

*Riprese di getto*

Tutte le riprese di getto, sia verticali che orizzontali, devono essere eseguite con estrema attenzione. Infatti in questi punti singolari è elevato il rischio che si formi una soluzione di continuità (giunto freddo) che diventerà in futuro via preferenziale di uscita e/o entrata dell'acqua.

Pertanto in presenza di riprese di getto, sarà obbligo dell'Appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito.
Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e trattata con primer per le riprese di getto prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale idroespansivo (es. bentonite sodica o gomma idoespansiva).
I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature.
I profili "water- stop" espansivi devono essere inoltre posati in modo che ci sia sempre un sufficiente spessore di calcestruzzo che contrasti l'aumento di volume del profilo.

Una distanza troppo esigua dalla superficie esterna della membratura potrebbe determinare un distacco degli strati corticali di calcestruzzo non sufficientemente resistenti per compensare l'espansione del "water stop".

Una regola pratica è quella di garantire spessori di ricoprimento del profilo mai inferiori a 6 cm.
I suddetti accorgimenti debbono essere adottati anche allorquando per le rilevanti dimensioni sia delle strutture di fondazione che delle pareti verticali contro acqua non si riesce a completare il getto nell'arco di una singola giornata e lo si riprende il giorno successivo.

*Distanziatori*
I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.
Per le strutture contro acqua si suggerisce l'utilizzo di distanziatori di cassero impermeabili con guarnizione e tappi idroespansivi.
In questo modo si riesce a sigillare sia l'interfaccia calcestruzzo-distanziatore, sede normalmente di ritiri differenziali e di formazione di vespai, sia l'interno degli elementi tubolari (anche in presenza dei convenzionali tappi di chiusura).
È obbligo della Direzione Lavori verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

*Tolleranze esecutive*

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti, per non influenzare negativamente la resistenza meccanica, la saldabilità e le prestazioni di esercizio dell'opera, sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali (UNI EN 13670):

a. Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:
   - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto S = ± 3.0cm
   - dimensioni in pianta S = - 3.0 cm o + 5.0 cm
   - dimensioni in altezza (superiore) S = - 0.5 cm o + 3.0 cm
   - quota altimetrica estradosso S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
b. Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:
   - posizionamento rispetto alle coordinate
   - degli allineamenti di progetto S = ± 2.0 cm
   - dimensione in pianta (anche per pila piena) S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
   - spessore muri, pareti, pile cave o spalle S = - 0.5 cm o + 2.0 cm
   - quota altimetrica sommità S = ± 1.5 cm
   - verticalità per H ≤600 cm S = ± 2.0 cm
   - verticalità per H > 600 cm S = ± H/12
c. Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:
   - spessore S = -0.5 cm o + 1.0 cm
   - quota altimetrica estradosso: S = ± 1.0 cm
d. Vani, cassette, inserterie:
   - posizionamento e dimensione vani e cassette: S = ± 1.5 cm
   - posizionamenti inserti (piastre boccole): S = ± 1.0 cm

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

**Casseforme**

Per tali opere provvisorie l'Appaltatore dovrà utilizzare quelle previste negli elaborati progettuali e dovrà comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisionali e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute in progetto.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

a. per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
b. per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
c. per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

a. Caratteristiche delle casseforme

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.
Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'Appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866.
Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia riducendo così il rischio di formazione di nidi di ghiaia.
Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

b. Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere la integrità e l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio, ristagni di acqua etc.
Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.
I prodotti disarmanti, per essere efficaci, dovranno essere stesi entro le 24 ore precedenti al getto.
Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

c. Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'Appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

d. Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 17/01/2018).
Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.
Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

- I getti appena scasserati non devono essere sottoposti ad urti o vibrazioni.

e. Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.
Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.
Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

*Stagionatura*

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione) .

L'essiccamento precoce degli strati corticali del getto può causare:

- formazione di fessure indotte dal ritiro sia plastico che igrometrico;
- maggiore porosità superficiale causata dalla minore idratazione del cemento in superficie per carenza di acqua;
- minore resistenza meccanica della parte superficiale rispetto alla parte più interna.

In pratica per consentire una corretta stagionatura della struttura realizzata è necessario evitare l'evaporazione dell'acqua superficiale adottando, per la durata riportata nella tabella 6.0, almeno le seguenti precauzioni da applicarsi separatamente o in sequenza:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing). L'applicazione deve essere ripetuta per almeno 2-3 volte ( idoneo per superfici verticali). I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali. Qualora il prodotto filmogeno dovesse interessare anche le riprese di getto, la pellicola deve essere rimossa meccanicamente lungo tutto il giunto per non compromettere l'aderenza con il getto successivo.
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata mediante spruzzatori automatici. Bisogna evitare il ruscellamento;
- la copertura delle superfici del getto con teli porosi (es. sacchi di iuta o tessuto non tessuto) mantenuti costantemente umidi. La frequenza di bagnatura deve essere stabilita in funzione della temperatura esterna e comunque almeno ogni 24 ore;
- la copertura delle superfici del getto teloni impermeabili al vapore (fogli di polietilene od altro) . Tali teli devono essere ben sigillati all'estremità al fine di evitare la formazione di correnti di aria che causerebbero l'essicazione del getto;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

Per determinare i tempi minimi di stagionatura protetta si può far un utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 (in funzione della velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo - $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$ - e della temperatura superficiale del getto), relativi almeno alla classe di stagionatura 3 (UNI EN 13670-1) come di seguito riportato:

| **Classe di stagionatura 3** | **Resistenza superficiale pari al 50% di quella caratteristica prescritta** | | |
|---|---|---|---|
| Sviluppo della resistenza del calcestruzzo $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$[4] | $r \geq 0,50$ | $0,50 < r \leq 0,30$ | $0,30 < r \leq 0,15$ |
| Temperatura della superficie del calcestruzzo (°C)[5] | Tempo minimo di stagionatura in giorni[6] | | |
| $t \geq 25$ | 1,5 | 2,5 | 3,5 |
| $15 \leq t < 25$ | 2,0 | 4 | 7 |
| $10 \leq t < 15$ | 2,5 | 7 | 12 |
| $5 \leq t < 10$ | 3,5 | 9 | 18 |
| **Classe di stagionatura 4** | **Resistenza superficiale pari al 70 % di quella caratteristica prescritta** | | |
| Sviluppo della resistenza del calcestruzzo $r = f_{cm,2}/f_{cm,28}$ | $r \geq 0,50$ | $0,50 < r \leq 0,30$ | $0,30 < r \leq 0,15$ |
| Temperatura della superficie del calcestruzzo (°C) | Tempo minimo di stagionatura in giorni | | |
| $t \geq 25$ | 3 | 5 | 6 |
| $15 \leq t < 25$ | 5 | 9 | 12 |
| $10 \leq t < 15$ | 7 | 13 | 21 |
| $5 \leq t < 10$ | 9 | 18 | 30 |

Durata minima della stagionatura in relazione alla temperatura della superficie e della velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo.

E' obbligatorio procedere alla maturazione protetta per non meno di 7 giorni consecutivi dal getto.
Nel caso di getti in periodo invernale, soprattutto nelle ore notturne dei getti pomeridiani, devono essere protette tutte le superfici del getto stesso, casserate e non, mediante pannelli e/o materassini termoisolanti (in polistirolo o altro materiale idoneo) per almeno 10 giorni.

Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti bisogna coprire la superficie del calcestruzzo fresco con un foglio di polietilene.
Per i getti confinati entro casseforme, al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni, si dovrà provvedere a proteggere diversamente la membratura al fine di garantire un idoneo periodo di stagionatura protetta.

[4] $f_{cm,2}$ è la resistenza media cilindrica del calcestruzzo dopo 2 giorni a 20 °C;
$f_{cm,28}$ è la resistenza media cilindrica del calcestruzzo dopo 28 giorni a 20 °C;
Tali valori essendo caratteristici del calcestruzzo devono essere forniti dal produttore.
[5] La temperatura superficiale differisce da quella ambientale in funzione del tipo di protezione applicata
[6] Al tempo minimo deve essere aggiunto anche il tempo di presa se eccedente le 5 ore.

Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla Direzione Lavori.
Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.
Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'Appaltatore, che è il responsabile della corretta esecuzione della stagionatura, previa informazione alla Direzione Lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

## Acciaio

*Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura*
Il diametro minimo di piegatura delle barre deve essere tale da evitare fessure nella barra stessa dovute alla piegatura e il rischio di fenditura nel calcestruzzo nell'interno della piegatura.
Come è noto per contenere le punte di tensione sul calcestruzzo dovute alla piegatura, entro limiti compatibili con la sua resistenza locale, bisogna aumentare il diametro del mandrino.
Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

| **Diametro barra** | **Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci** |
|---|---|
| $\varphi \leq 16$ mm | $4\,\varphi$ |
| $\varphi > 16$ mm | $7\,\varphi$ |

Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate

*Deposito e conservazione in cantiere*
Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici.
In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

*Assemblaggio barre di armatura*
La legatura delle barre deve garantire il mantenimento della posizione del ferro durante tutte le fasi di getto e costipamento del calcestruzzo.

Di prassi in cantiere si procede alla legatura con il fil di ferro costituito da filo nero di acciaio del diametro pari a 1 - 2 mm e si pone in opera mediante l'utilizzo di tenaglie o attrezzatura analoga.

Si sconsiglia l'assemblaggio in cantiere attraverso unione con punti di saldatura. In cantiere devono essere seguite almeno le seguenti regole generali:

a. elementi bidimensionali (piastre, lastre, piastre di fondazione):
   - tutti gli incroci delle barre in corrispondenza del perimetro della gabbia di armatura devono essere fissati (per rendere stabile la gabbia);

- se il diametro della barra è d ≤ 12 mm, gli incroci interni lungo ogni barra (sia longitudinale che trasversale) devono essere legati in modo alternato (uno si e uno no) e pertanto tra due barre contigue le connessione devono risultare sfalsate;
- se il diametro della barra è d > 12 mm gli incroci interni legati lungo la generica barra (sia longitudinale che trasversale) devono distare s ≤ 50 d e tra due barre contigue le connessione devono essere sfalsate;

b. elementi monodimensionali (travi pilastri):
- tutti gli incroci tra l'armatura principale e le staffe in corrispondenza delle piegature di queste ultime devono essere legati (per rendere stabile la gabbia);
- gli incroci tra le barre longitudinali, che non intercettano le staffe in corrispondenza della piegatura, e le staffe stesse devono essere connessi ad una distanza s < 50 d dove d è il diametro della barra longitudinale.

In ogni caso se la legatura va ad interessare lo spessore del copriferro, per evitare problemi alla durabilità del calcestruzzo a seguito della corrosione del materiale di legatura, si deve rimuovere la parte in eccesso.

**Prescrizioni minime dettagliate per le diverse tipologie strutturali previste in progetto**

Le prescrizioni di capitolato per il calcestruzzo, di cui risponde *in toto* il produttore del conglomerato, attengono sia alle proprietà del conglomerato allo stato fresco, cioè, al momento della consegna dello stesso in cantiere e riguardano principalmente la lavorabilità e la resistenza alla segregazione, sia le proprietà del calcestruzzo allo stato indurito ed, in particolare, il valore della resistenza caratteristica a compressione oppure l'impermeabilità (ad esempio, per quelle strutture quali le vasche di contenimento dei liquidi per le quali sono richiesti dei requisiti di tenuta idraulica in aggiunta a quelli strutturali).

Per tali strutturali oltre alle prescrizioni sul calcestruzzo diverse da caso a caso, dovranno essere inserite anche le seguenti sugli ingredienti del calcestruzzo.

Tali prescrizioni riguardano il Fornitore del calcestruzzo, ma sono rivolte esclusivamente alla definizione delle proprietà degli ingredienti (acqua, cemento, aggregati, additivi e aggiunte minerali) con cui viene confezionato il conglomerato e hanno il fine di escludere dall'impiego quelle materie prime che posseggono caratteristiche non conformi per il conseguimento delle prestazioni richieste per il calcestruzzo.
Ulteriore obiettivo è quello di escludere dall'impiego ingredienti che dovessero contenere sostanze indesiderabili non compatibili con i prodotti dall'idratazione del cemento e che nel tempo potrebbero innescare deleteri processi di degrado per le strutture.

Queste prescrizioni di capitolato verranno accertate dall'acquirente del conglomerato e dalla Direzione Lavori preliminarmente all'esecuzione dell'opera attraverso l'acquisizione di una documentazione specifica che dovrà essere fornita dal produttore del calcestruzzo.

<u>Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato</u>
- Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008
- Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2
- Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

- Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520/2) o in alternativa aggregati con espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.
- Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1 Per la realizzazione dei getti massivi (blocchi di ancoraggio) e laddove specificatamente richiesto dalla Direzione Lavori, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, si dovrà utilizzare cementi di tipo pozzolanico (CEM IV e V) a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.
- Ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI- EN 13263 parte 1 e 2.

Per le componenti strutturali con spessore superiore ai 60 cm
- Innalzamento della temperatura a 3 giorni di maturazione in condizioni adiabatiche non superiore ai 30-35 °C
- Prescrizione di un cemento LH (a basso calore secondo la normativa UNI EN 197)

Prescrizioni per la struttura
- Copriferro minimo: 30 mm[7]
- Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile tenuto costantemente umido ( o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni
- Getti nel periodo invernale: protezione delle superfici casserate e non con pannelli termoisolanti di polistirolo espanso estruso pari a 50 mm (o con materassini di equivalente resistenza termica) per almeno 10 giorni. Sulle superfici non casserate prima della predisposizione dei materassini termoisolanti coprire la supe4ficie del calcestruzzo fresco con un foglio di polietilene.
- Utilizzo di profili water stop in corrispondenza delle riprese di getto verticali e orizzontali
- Acciaio B450 C conforme al DM 17/01/2018.

### 50.49 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso

In progetto è prevista la fornitura e posa in opera di condotti scatolari in calcestruzzo armato vibro-compresso a sezione rettangolare di base interna mm 1000 ed altezza interna mm 1500, con spessore minimo delle pareti di mm 160 e lunghezza di mm 1000-2000 (compresa lunghezza non standard, su ordinazione); l'armatura dei singoli elementi deve essere calcolata per un impiego costante e deve essere atta a sopportare carichi stradali di 1° categoria con un ricoprimento da sopra manufatto variabile da mm 100 a mm 5000; l'incastro a norma ASTM C 789 deve essere predisposto per l'inserimento di apposita guarnizione in gomma butilica tipo CS102-CS202 a norma ASTM C-990, per la perfetta tenuta idraulica (minimo 1 bar).

Per una corretta posa in opera e per evitare fenomeni di smottamento la condotta scatolare dovrà appoggiare su un basamento continuo di magrone Rck 100 (spessore 15 cm, compreso nel prezzo) e per l'assemblaggio si dovrà utilizzare un "tir-for" di tipo idraulico.

[7] Per pareti contro terra e platee di fondazione. Per strutture in elevazione il copri ferro minimo può variare da 30 mm per classe di esposizione XA2 e 40 mm per classe di esposizione XA3

In fase di fornitura l'esecutore dovrà fornire i calcoli statici di verifica in base alle condizioni richieste con allegata distinta e posizionamento dell'armatura utilizzata.

L'impiego di manufatti totalmente o parzialmente prefabbricati può essere autorizzato dal Progettista quando lo stesso avrà preso visione dei documenti richiesti dall'art. 9 della legge 1086 e avrà verificato la previsione d'utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto.

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, ed in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.
Per la confezione del conglomerato cementizio si farà riferimento a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche, compreso qualora fosse previsto, la descrizione del ciclo termico per la maturazione accelerata a vapore; inoltre nel caso in cui ci facesse ricorso i cicli di stagionatura dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà produrre, per ogni giorno di lavorazione, grazie all'utilizzo di un registratore di dati del ciclo termico, la documentazione attestante la rispondenza del ciclo stesso, a quello approvato dalla Direzione Lavori.

Qualora ciò non avvenisse, la Direzione Lavori rifiuterà l'intera produzione della giornata di lavoro non monitorata, senza che all'Impresa debba essere riconosciuto alcun compenso.
Tra la fine del ciclo di maturazione accelerata e lo scassero dell'elemento prefabbricato, non potranno passare meno di 3 (tre) ore.

In presenza d'elementi prefabbricati in c.a.p. sottoposti a maturazione accelerata a vapore, l'Impresa farà maturare, nelle stesse condizioni dell'elemento n. 2 provini cubici aventi lato 15 cm, che saranno sottoposti a rottura a compressione monoassiale presso il laboratorio di cantiere, prima di procedere alle fasi di tesatura; i risultati riferiti a dette prove saranno registrati e trasmessi con cadenza giornaliera alla Direzione Lavori.

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art. 9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.
La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.
Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà applicata una penale con le medesime

modalità previste dall'art. 15; qualora risultasse inferiore al 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.
È in facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura ed a spese dell'Impresa, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:
- il rispetto del copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

Quando l'intera produzione sarà dichiarata ultimata, la Direzione Lavori esaminerà ogni elemento prodotto e tenendo nella dovuta considerazione tutti i parametri sopracitati, a suo insindacabile giudizio, accetterà o no quanto esaminato.

Al termine della verifica, dovrà essere redatto in contraddittorio tra Impresa e Direzione lavori un apposito verbale riportante tra l'altro, il numero totale degli elementi prodotti, il numero degli elementi considerati conformi ed il numero degli elementi considerati non conformi.
Gli elementi considerati non conformi saranno ritenuti non idonei all'impiego, la loro sostituzione sarà a totale cura e spese dell'Impresa la quale, prima di procedere al trasporto dei nuovi elementi, dovrà sottoporre gli stessi ai controlli di cui sopra.

### 50.50 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.
Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.
In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

## 50.51 Murature

### 50.51.1 Norme generali

I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in progetto.
I laterizi, il pietrame ed i blocchetti in calcestruzzo dovranno essere bagnati all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione.

Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.
Prima di dare inizio alla esecuzione delle murature dovrà essere richiesto il benestare della Direzione Lavori sulla idoneità del piano d'appoggio.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento.
Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc..

Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per la posa in opera dei controtelai di norma in legno d'abete e degli infissi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature.
Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.
L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

Le dosature dei materiali componenti le malte dovranno essere eseguite con mezzi capaci d'esatta misurazione che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.
L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.
I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

### 50.51.2 Murature di mattoni

I mattoni, all'atto dell'impiego dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.
Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le commessure alternate in corsi regolari; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le commessure.

La larghezza delle commessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm.
Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $\leq$ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.
Per la muratura da eseguirsi a paramento a vista, si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura, a spigoli vivi, meglio formati, di colore uniforme, da disporre con perfetta regolarità di piani a ricorrenze ed alternando con precisione i giunti verticali.
I laterizi dovranno essere conformi a quanto previsto nell'art. 2 delle presenti Norme.

**Murature di laterizi pieni e forati, per fabbricati**

I laterizi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, legati con malta bastarda composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa, in corsi regolari con commessure di larghezza non superiore a 1 cm né inferiore a 0,5 cm.
Si dovrà iniziare e proseguire la costruzione in modo uniforme, onde assicurare collegamenti perfettamente addentellati e solide immorsature tra le varie parti, evitando la formazione di eccessive sporgenze.

Nel caso delle murature in laterizi forati, dovranno essere impiegati mattoni pieni per l'esecuzione di mazzette, sguinci, angoli.

**Murature a faccia-vista, per fabbricati**

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Dovranno usarsi mattoni stampati (pressati) con facce a vista sabbiate, di prima scelta, integri, con tagli e spigoli netti, di colore uniforme.
Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino ø=8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.
Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

**Murature ad intercapedine, per fabbricati**

Saranno costituite come segue:
- **in laterizi**: parete esterna dello spessore di una testa; parete interna in foglio;
- **in blocchetti forati di conglomerato di argilla espansa**: dosati a 200 kg di cemento tipo 42,5, parete esterna dello spessore di 12 cm; parete interna di 8 cm;

legate con malta bastarda, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa.

La tipologia dei materiali impiegati e la larghezza dell'intercapedine tra le pareti esterne ed interne sono quelli indicati in progetto.

In corrispondenza degli angoli, delle spalle di porte e finestre, degli incroci con strutture di spina, la muratura dovrà essere piena per una lunghezza minima pari ad una volta e mezzo gli spessori.
Detto provvedimento, con muratura piena, dovrà inoltre essere adottato come collegamento tra il tamponamento esterno e quello interno, ogni qualvolta la lunghezza della intercapedine dovesse superare 2 m e dove indicato nei disegni esecutivi.

**Murature in blocchetti forati prefabbricati, per fabbricati**

a - **Blocchetti in calcestruzzo di cemento vibrocompresso legati con malta bastarda**, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa:
di tipo normale, da ricoprire con intonaco;
di tipo impermeabilizzato mediante additivazione del calcestruzzo, da lasciare a faccia vista con giunti stuccati e stilati a cemento, con anche la malta legante additivata con idrorepellente.

b - **Blocchetti in conglomerato di argilla espansa, del tipo strutturale di densità 600÷650 kg/m³, dosato a 200 kg di cemento tipo 42,5 per metro cubo di impasto, legati con malta bastarda**, composta da 200 kg di calce idraulica, 200 kg di cemento normale e 1 m³ di sabbia, resistenza media a compressione $\geq$ 5 MPa: di tipo normale o impermeabilizzati, come descritto al precedente punto a).

Quando previsto in progetto, i fori verticali dei blocchetti dovranno essere intasati con calcestruzzo di tipo II con classe di resistenza $\geq$ 20/25 MPa ed eventualmente armati con ferri tondi; la muratura sarà provvista di armatura orizzontale mediante l'inserimento, a ricorsi alterni, di scalette in acciaio costituite da ferri longitudinali e ferri trasversali intervallati tra loro.

Le murature da eseguire a «faccia vista» dovranno iniziare almeno 20 cm al di sotto del piano finito del marciapiede o della pavimentazione esterna.

Le commessure, perfettamente orizzontali, dovranno essere eseguite inserendo in corso d'opera un tondino ø=8 mm, da togliere una volta eseguito il ricorso.
Tutti i giunti saranno stilati con malta di cemento.

Si dovrà porre la massima cura nella suddivisione dei ricorsi in modo tale che l'ultimo vada a combaciare esattamente contro le travi o i cordoli superiori e che i giunti verticali, perfettamente allineati secondo disegni, risultino con mezza bugna alternata in corrispondenza di angoli e di mazzette.

Quando previsto in progetto, le piattabande di porte e finestre dovranno essere eseguite con mattoni posti a coltello.

### 50.51.3 Murature di pietrame a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda.
Le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle commessure verticali.
Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo.
La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso.
Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

### 50.51.4 Murature di pietrame e malta

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiori a 25 cm in senso orizzontale, 20 cm in senso verticale e 30 cm di profondità.

Per i muri di spessore 40 cm si potranno avere alternanze di pietre minori.
Le pietre, prima del collocamento in opera dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio.

La malta avrà classe di resistenza a 28 d ≥ 25/30 MPa e sarà dosata con minimo 350 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento ≤ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.
Nel paramento ad opera incerta, il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana.

Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm.
Nel paramento a mosaico greggio, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.
La muratura a corsi regolari dovrà progredire a strati orizzontali da 20 a 30 cm di altezza con pietre disposte in modo da evitare la corrispondenza delle commessure verticali fra due corsi immediatamente sovrastanti. In tutte le specie di paramento, la sigillatura dei giunti dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle della malta e delle materie estranee, lavandole a grande acqua e riempiendo poi le commessure stesse con nuova malta, curando che questa penetri bene comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei corsi sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.
Nelle facce viste saranno impiegate pietre lavorate secondo il tipo di paramento prescritto e nelle facce contro terra saranno impiegate pietre sufficientemente piane e rabboccate con malta in modo da evitare cavità.

Nelle murature contro terra saranno lasciate apposite feritoie secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

### 50.51.5 Muratura in pietra da taglio

Prima di cominciare i lavori l'Impresa dovrà preparare a sua cura e spesa, i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli, per l'approvazione, alla Direzione Lavori.
Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fine.

Non saranno tollerate né smussature a spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.
La pietra da taglio che presentasse tali difetti sarà rifiutata e l'Impresa sarà in obbligo di farne l'immediata sostituzione, sia che le scheggiature od ammanchi si verifichino al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo. Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari di progetto ed alle istruzioni che, all'atto della esecuzione, fossero eventualmente date dalla Direzione Lavori.

Inoltre, ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava. Per la posa si potrà fare uso di zeppe da togliere immediatamente quando la malta rifluisca nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La malta di allettamento avrà classe di resistenza a 28 d $\geq$ 28/35 MPa e sarà dosata con minimo 400 kg di cemento normale (32,5 o 32,5R di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia ed avrà rapporto acqua cemento $\leq$ a 0,5 che l'Impresa dovrà garantire anche attraverso l'uso di additivi superfluidificanti non aeranti.

In presenza di climi freddi ovvero con temperature inferiori ai 278 K, l'Impresa farà costantemente uso di additivi antigelo ed acceleranti di presa esenti da cloruri del tipo approvato dalla Direzione Lavori, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 7105 e 7109, dosati secondo i risultati delle prove e comunque non inferiori al 2% sul peso del legante.

La frequenza dei prelievi di malta sarà pari ad una serie di provini cubici di 10 cm di lato, per ogni giorno di produzione.

Occorrendo, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di bronzo saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.
Le commessure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

50.51.6 Muratura in pietrame e conglomerato cementizio

La muratura di conglomerato cementizio con paramento esterno in pietrame sarà realizzata con conglomerato cementizio di tipo II, avente classe di resistenza $\geq$ 28/35 MPa per quanto concerne il paramento interno, mentre il paramento esterno realizzato in pietrame dello spessore medio di 20 cm, ben ammorsato nel conglomerato cementizio retrostante, sarà eseguito con caratteristiche riportate negli art. 21.3 o 21.4 in relazione alle disposizioni progettuali.

## 50.52 Intonaci

Gli intonaci possono essere del tipo:
- Intonaco rustico tirato in piano a fratazzo fino, su murature di qualsiasi forma e tipo e su soffitti, eseguito con due strati di malta dosata a 400 Kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati; con malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia e rifinito con malta di calce fina (grassello) o con malta dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia, rifinito a fratazzo fino;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, dello spessore non inferiore a 7 mm, eseguito a mano e o a macchina con malta premiscelata composta da calce, gesso, perlite ed additivi;
- Intonaco civile esterno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta bastarda dosata a 250 kg di calce idraulica e 250 kg di cemento per metro cubo di sabbia e rifinito a fratazzo fino, o con malta dosata a 350 kg di cemento per metro cubo di sabbia, ambedue rifiniti a fratazzo fino;
- Intonaco ignifugo a superficie rasata eseguito con malta composta da 1 m³ di vermiculite, 250 kg di cemento tipo 42,5 e 1 kg di VICSOL aerante o equivalente.

L'esecuzione degli intonaci sarà preceduta da bagnatura ed accurata preparazione delle superfici mediante rimozione di grumi di malta, scarnitura delle commessure fino a conveniente profondità, ripulitura delle pareti e rinzaffo delle irregolarità più salienti.

Non dovranno essere di norma eseguiti in periodi di temperature troppo rigide od elevate; dovrà essere presa ogni precauzione necessaria a proteggerli dagli agenti atmosferici di qualsiasi genere, quando questi siano tali da pregiudicare la normale presa della malta.

Salvo prescrizioni particolari, l'esecuzione sarà con angoli e spigoli a filo vivo, perfettamente a "piombo", con squadro perfetto tra soffitti e pareti e con superfici prive di ondulazioni, irregolarità, peli, screpolature od altri difetti.
Gli intonaci che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti a cura e spese dell'Impresa.

Prima dell'esecuzione degli intonaci si predisporranno opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per ottenere intonaci perfettamente piani; sarà applicato quindi un primo strato di malta gettata con forza in modo che penetri in tutti gli interstizi e li riempia.
Quando il primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un secondo strato che sarà regolarizzato con regolo e fratazzo.

Quando l'intonaco deve essere applicato sull'intradosso di solai e su strutture in conglomerato cementizio si dovrà eseguire, preliminarmente, un primo leggero rinzaffo con malta fluida di cemento, cui seguiranno le operazioni descritte in precedenza.

Gli intonaci civili interni ed esterni saranno rifiniti con malta fina tirata a fratazzo.
Tutti gli spigoli degli intonaci interni dovranno essere protetti da paraspigoli fino all'altezza di 1,50 m.
Gli intonaci ignifughi dello spessore previsto in progetto saranno eseguiti con la stessa metodologia degli altri intonaci, stendendoli in strati successivi fino ad ottenere gli spessori richiesti.

### 50.52.1 Intonaci eseguiti a mano

L'intonaco a mano sarà eseguito in doppio strato fresco su fresco per uno spessore complessivo di 20 mm, dosato a 500 Kg di cemento normale (di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia.

### 50.52.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)

Prima di applicare la gunite su pareti in conglomerato cementizio degradate, l'Impresa avrà cura di eseguire la sabbiatura ad aria compressa ed un efficace lavaggio con acqua in pressione.
La malta sarà di norma composta di 500 kg di cemento (di tipo IV 32,5 o 32,5R) per metro cubo di sabbia salvo diverse prescrizioni.

Il dosaggio dei componenti deve essere fatto a peso.
L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nelle presenti Norme.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,45.

Allo scopo di realizzare un intonaco impermeabile si farà costantemente uso di additivi acceleranti di presa e fluidificanti, del tipo e nella quantità approvate dalla Direzione Lavori.

Le sabbie da impiegare nell'impasto saranno di natura silicea, lavate e vagliate, scevre da limo ed ogni altra impurità.
La granulometria sarà compresa nel seguente fuso avente andamento continuo ed uniforme:

| Serie<br>crivelli e setacci UNI | Passante %<br>totale in peso |
|---|---|
| crivello 10 | 100 |
| crivello 5 | 98÷88 |
| setaccio 2 | 73÷63 |
| setaccio 0,4 | 32÷22 |
| setaccio 0,18 | 13÷3 |

L'intonaco avrà di norma spessore di 35 mm e sarà eseguito in tre strati: il primo strato del tipo boiacca servirà a preparare la superficie per accogliere lo strato successivo, mentre il terzo strato sarà di spessore tale da portare la gunite ai prescritti 35 mm.

Potrà essere prevista l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio che saranno fissate al supporto mediante chiodatura, di caratteristiche come indicate in progetto.

Quando l'intonaco fosse eseguito in gallerie e si verificassero delle venute d'acqua dovranno essere predisposte, prima della gunitatura, opportune canalette di captazione.

**Prove e controlli di laboratorio**

A discrezione della Direzione Lavori saranno prelevati campioni di sabbia stoccata a piè d'opera per il controllo granulometrico.

Essa, al momento della posa in opera dovrà essere ben asciutta ai fini di ottenere un buon impasto al momento dell'applicazione.

Saranno prelevati campioni di gunite sulla parete (dopo aver completato il ciclo degli strati) per il controllo della percentuale di acqua, della percentuale di cemento e della curva granulometrica, cospargendo il campione di alcool fino a coprire il prelievo.

Inoltre, durante la posa in opera della miscela saranno prelevati campioni della stessa spruzzandola entro apposite cubettiere con getto normale al fondo dei contenitori; la superficie sarà rasata e fratazzata. La maturazione dei provini avverrà in camera climatica.
La frequenza dei prelievi e il numero dei campioni sarà indicato dalla Direzione Lavori.

Le prove di rottura a compressione a ventotto giorni dovranno dare una classe di resistenza non inferiore a 35/40 MPa.

## 50.53 Acciaio per c.a. e c.a.p.

### 50.53.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. in vigore.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Ogni carico di acciaio giunto in cantiere dovrà essere corredato dal certificato d'origine fornito dalla ferriera, riportante gli estremi del documento di trasporto.
Qualora così non fosse, tutto il carico sarà rifiutato ed immediatamente allontanato, a cura e spese dell'Impresa, dal cantiere stesso.

### 50.53.2 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento

Ogni partita di acciaio in barre ad aderenza migliorata (Fe B 38K e Fe B 44K), controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Direttore dei Lavori.
I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.
Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.
Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

### 50.53.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.
Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM in vigore.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto.

50.53.4 Zincatura a caldo degli acciai

**Qualità degli acciai da zincare a caldo**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03÷0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15÷0,25%.
Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

**Zincatura a caldo per immersione**

*Trattamento preliminare*

Comprende le operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldo a 400÷430 K.

*Immersione in bagno di zinco*

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.
Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710÷723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m$^2$ di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 μm ±10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

*Finitura ed aderenza del rivestimento*

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.
Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter essere rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

*Verifiche*

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di 25 t.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad un'accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'Impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a 610 g/m$^2$ ±10% la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a 610 g/m$^2$ -10% la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.
Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.
Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata.
In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:
- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma sarà applicata una penale al lotto che non possiede i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura ed a spese dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

*Certificazioni*

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, di cui all'Allegato 4 delle Norme di cui al DM in vigore dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove è effettuato il trattamento di zincatura.

*Lavorazione*

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.
Quando la zincatura è effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80÷100 µm.

50.53.5 Acciai inossidabili

Gli acciai inossidabili per armature di c.a. dovranno essere di tipo austentico ed avere un basso contenuto di carbonio; gli stessi secondo la classificazione AISI, saranno identificabili con le sigle 304L e 316L.

Il tipo di acciaio inox da utilizzarsi sarà stabilito nel progetto.
Le caratteristiche minime, chimiche e meccaniche degli acciai inossidabili per c.a. sono indicate nelle seguenti tabelle 1n e 2n:

| Sigla AISI | **C** | **Mn** | **Si** | **P** | **S** | **Cr** | **Ni** | **Mo** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 304L | ≤ 0,03% | ≤ 2,0% | ≤ 1,0% | ≤ 0,045% | ≤ 0,03% | 18 ÷ 20 | 8 ÷ 12 | - |
| 316L | ≤ 0,03% | ≤ 2,0% | ≤ 1,0% | ≤ 0,045% | ≤ 0,03% | 18 ÷ 20 | 8 ÷ 12 | 2 ÷ 3 |

Tabella **1n** (caratteristiche chimiche).

| Sigla AISI | **Ftk MPa** | **Ftk MPa** | **A 5 %** | **HRB** |
|---|---|---|---|---|
| 304L | ≥ 540 | ≥ 430 | ≥ 12 | ≥ 79 |
| 316L | ≥ 540 | ≥ 430 | ≥ 12 | ≥ 79 |

Tabella **2n** (caratteristiche meccaniche).

Dovranno inoltre risultare positivi gli esiti delle seguenti prove:
- piegamento e raddrizzamento su mandrino;
- indice di aderenza eseguito secondo il metodo "Beam Test".

Le giunzioni tra le barre dovranno essere realizzate tramite l'impiego di manicotti filettati, anch'essi in acciaio inox, avente le stesse caratteristiche delle barre sottoposte ad unione.

Tutti gli acciai inossidabili approvvigionati, dovranno essere provvisti di certificazione d'origine, attestante le caratteristiche chimiche e meccaniche del materiale; ad ogni carico giunto in cantiere la Direzione Lavori provvederà ad effettuare il prelievo di una campionatura per ogni diametro, che sarà inviato ad un laboratorio per le prove, di cui all'art. 20 della Legge 5 novembre 1971 n. 1086.

50.53.6 Acciaio per c.a.p.

**Fili, barre, trefoli**

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.
All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

Ogni partita di acciaio controllata in stabilimento, sarà sottoposta a controllo in cantiere prelevando almeno 3 spezzoni con la frequenza stabilita dal Responsabile del Controllo Qualità Materiali in accordo con il Direttore dei Lavori.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura ed a spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.
La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. in vigore.
Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

**Cavo inguainato monotrefolo**

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 25.4.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

**Ancoraggi dell'armatura di precompressione**

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

50.53.7 Acciai provenienti dall'estero

L'accettazione di prodotti provenienti dall'estero è subordinata al rispetto da parte dei produttori delle stesse procedure previste per i controlli in stabilimento dei prodotti nazionali.

Per i prodotti provenienti da paesi della Comunità Economica Europea, nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive autorità competenti, l'accettazione è subordinata, in alternativa, al riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel paese di origine da parte del Ministero dei Lavori Pubblici.

Per le caratteristiche degli acciai ed i controlli in cantiere, si richiama quanto precedentemente stabilito nelle presenti Norme Tecniche.

## 50.54 Acciaio per carpenteria

50.54.1 Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (DM in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M.LL.PP 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:
- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;

- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere «qualificati»; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.
Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

### 50.54.2 Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.
A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali.

La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.
Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.
Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.
Un'altra copia sarà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

50.54.3 Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:
- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

La Direzione Lavori dovrà inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.
Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
  Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare.
  I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. in vigore).
  Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

### 50.54.4 Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:
- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che siano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

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

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

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

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

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

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

**Strutture portanti**

Le strutture portanti (pilastri, travi, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione anche composte a traliccio, comprendono anche la bulloneria, le piastre, i collegamenti strutturali e gli ancoraggi anche con impiego di malte reoplastiche antiritiro, le opere murarie.

Saranno finite mediante:
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a due mani con ciclo "A";
- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata dei singoli componenti, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Le strutture saranno realizzate nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto.

50.54.5 Verniciature

**Generalità**

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da un'accurata preparazione mediante sabbiatura.
Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.
Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:
. sabbiatura di tutte le superfici;
. applicazione dello strato di primer;
b - in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
. spazzolatura dei punti da ritoccare;
. ritocchi sullo strato di primer;
. applicazione dello strato intermedio;
. applicazione dello strato di finitura.

**Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie**

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.
Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

**Preparazione delle superfici**

*Sabbiature*

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.
Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 h dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

*Spazzolatura*

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.
Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).
Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.
Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 h dalla spazzolatura.

**Cicli di verniciatura**

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

*Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A*

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:
a - Sabbiatura di grado A Sa 2½;
b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
  - contenuto solido $\geq$ 76%;
  - zinco metallico nel film secco $\geq$ 86%;
  - legante silicato di etile;
  - peso specifico della miscela $\geq$ 2500 g/l;

- temperatura minima di applicazione 260 K;
- Sovraverniciatura (con umidità relativa ≥ 50%):

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|---|---|
| 260 K | 7 d |
| 277 K | 48 h |
| 289 K | 24 h |

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,060 mm avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido ≥ 80%;
- zinco metallico nel film secco ≥ 80%;
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85%)

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|---|---|
| 283 K | 8 h |
| 289 K | 6 h |

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,080 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido ≥ 59%
- legante epossipoliamminico modificato;
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l;
- temperatura minima di applicazione 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

| temperatura | tempi minimi di sovraverniciatura |
|---|---|
| 283 K | 24 h |
| 289 K | 12 h |

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,050 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido ≥ 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l;
- temperatura minima di applicazione 277 K

*Ciclo per superfici interne - Tabella 26 B*

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme precedenti.

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d- si richiamano integralmente le norme precedenti.

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,075 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: ≥ 50%
- legante epossipoliammidico;
- peso specifico della miscela: ≥ 1.350 g/l;
- temperatura minima di applicazione: 283 K;
- sovraverniciatura (con umidità relativa: 0÷90%)

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di 0,150 mm, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido: ≥ 75%
- legante epossidico;
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela: ≥ g/l 1500;
- temperatura minima di applicazione: 283 K

| **TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Esecuzione | in officina | | in opera | | | |
| Caratteristiche | 26.4.4.1.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.1.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |
| | | 26.4.4.1.1/b | | 26.4.4.1.2/d | 26.4.4.1.2/e | 26.4.4.1.2/f |
| applicazione | Sabbiatura A SA 2½ | airless | Spazzolatura C St 3 | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,080 | 0,050 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1250 | ≥1200 |
| contenuto solido | | ≥76% | | ≥80% | ≥59% | ≥57% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |
| legante | | silicato di etile | | epossipoliammidico | epossipoliaminico vinilico | poliuretano isocianico alifatico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 277 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d<br>a 277K: 48h<br>a 289K: 24h | | a 283K: 8h<br>a 289K: 6h | a 283K: 24h<br>a 289K: 12h | |

| **TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Esecuzione | in officina | | in opera | | | |
| Caratteristiche | 26.4.4.2.1/a | Primer zincante inorganico | 26.4.4.2.2/c | Ritocchi con primer zincante organico | Strato intermedio | Strato di finitura |

| | | 26.4.4.2.1/b | | 26.4.4.2.2/d | 26.4.4.2.2/e | 26.4.4.2.2/f |
|---|---|---|---|---|---|---|
| applicazione | Sabbiatura A SA 2½ | airless | Spazzolatura C St 3 | pennello | airless | airless |
| spessore film secco mm | | 0,08 | | 0,060 | 0,075 | 0,150 |
| componenti n. | | 2,00 | | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| peso specifico g/l | | ≥2500 | | ≥2500 | ≥1350 | ≥1500 |
| contenuto solido | | >76% | | >80% | >50% | >75% |
| zinco metallico nel film secco | | ≥86% | | ≥80% | | |
| legante | | silicato di etile | | epossipoliammidico | epossipoliammidico | epossidico |
| temperatura minima di applicazione | | 260 K | | 283 K | 283 K | 283 K |
| sovraverniciature alle diverse temperature | | a 260K: 7d<br>a 277K: 48h<br>a 289K: 24h | | a 283K: 8h<br>a 289K: 6h | a 283K: 24h<br>a 289K: 12h | |

## 50.54.6 Ciclo di verniciatura con pittura ignifuga intumescente

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno.

Il trattamento protettivo della carpenteria metallica trattata con vernice intumescente dovrà essere il seguente:

1) In officina:
   - sabbiatura A SA2½ delle norme SIS;
   - applicazione di uno strato di primer zincante inorganico con spessore del film secco pari 0,080 mm.
2) In opera:
   - operazioni di pulizia, eliminazione di polvere e parti incoerenti previo lavaggio, sgrassaggio delle superfici, accurata spazzolatura meccanica e/o manuale delle zone eventualmente deteriorate;
   - ritocchi, ove necessario, con primer epossipoliammidico del tipo "surface tolerant", dato a pennello, per uno spessore di film secco pari a 0,100 mm;
   - strato generale di collegamento fra lo zincante inorganico ed il rivestimento intumescente;
   - epossipoliammidico al fosfato di zinco con spessore 0,070 mm;
   - applicazione di rivestimento intumescente, idoneo a conferire, ad ogni singolo elemento (lamiere, profilati, ecc.) in base alla propria resistività, la resistenza al fuoco di classe R 30 (30 minuti) in grado di sopportare l'esposizione agli agenti atmosferici per almeno 6 mesi senza degradarsi in assenza dello strato di protezione superficiale. Al fine di raggiungere la classe di resistenza al fuoco prescritta lo spessore del film secco dovrà essere minimo di 0,250 mm. Il rivestimento dovrà essere applicato in 1 (una) mano a spruzzo airless.
   - applicazione dello strato finale, a spruzzo airless, con funzioni estetico protettive a base di resine poliuretaniche alifatiche, dato in almeno 2 strati, per uno spessore complessivo non inferiore a 0,130 mm.

Il prodotto costituente il rivestimento intumescente dovrà essere certificato in base alla curva temperatura/tempo ISO 834, secondo BS 476 e rispondere a quanto specificato nella circolare del Ministero degli Interni n. 91 e nella normativa UNI 9503.

Circa le temperature, i tempi ed il grado di umidità per le operazioni di sovraverniciatura si farà riferimento a quanto indicato dalla Direzione Lavori.

50.54.7 Manufatti in acciaio profilato

L'Impresa dovrà porre in opera a qualsiasi altezza, anche mediante saldature da effettuarsi in opera, comprese le assistenze murarie, ringhiere, parapetti, scale, pensiline, cancelli ecc., come da disegni di progetto, complete di accessori, minuterie e ferramenta mediante grigliati, lamiere e profilati in acciaio per strutture saldate, di qualsiasi sezione e profilo.

L'acciaio dovrà essere minimo del tipo Fe 430 di grado B certificato all'origine, avente le stesse caratteristiche chimiche degli acciai da sottoporre a trattamento di zincatura.

I materiali da zincare a caldo dovranno avere lo spessore previsto in progetto e comunque non inferiore a Z 350, come da prospetto II Norma UNI 10147.

Saranno finiti mediante:

- sabbiatura di grado Sa 2 1/2 delle SVENSK STANDARD SIS e con verniciatura a tre mani con ciclo "B";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura ad una mano con ciclo "C";
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata, sgrassatura e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

La tipologia, le dimensioni e la finitura sono in funzione delle scelte progettuali.

50.54.8 Botole, chiusini, ecc.

Le botole, i chiusini, ecc., realizzati in lamiera di ferro striata, di qualsiasi dimensione e spessore, compresa eventuale intelaiatura con profilati di ferro e le opere murarie, saranno finite mediante:
- zincatura a caldo a lavorazione ultimata;
- spazzolatura meccanica e verniciatura a tre mani con ciclo "D".

Saranno nei colori, tipologie e dimensioni come indicate in progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

50.54.9 Scala retrattile

Realizzata in acciaio zincato e botola a ribalta in legno, data in opera completa di corrimano telescopico e maniglioni, per altezza di piano fino a 3,20 m.

50.54.10 Griglie pedonabili e/o carrabili

Saranno in pannelli costituiti da longherine portanti e distanziali in acciaio zincato a caldo, aventi sezione come indicato nei disegni di progetto e dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

## 50.55 Recinzioni metalliche

50.55.1 Caratteristiche delle opere

Le recinzioni si distinguono in funzione della loro destinazione e posizione, nelle tipologie seguenti:

**a) Recinzione laterale tipo R.1.A alta 1,22 m con rete a maglie elettrosaldate**
È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale ed è costituita da una rete metallica in filo di acciaio, a maglie differenziate dell'altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio di sezione ad U, dell'altezza di 122 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2.00 m.

Detta rete dovrà essere elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).
Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta di sezione ad U, unita ad esso a mezzo di bulloncini zincati del tipo TDE M 8x25, completi di dado e rondella.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato, saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti ma dotati di due saette, collegate al sostegno come sopra.
Ai suddetti montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento in acciaio zincato e, se previsto, plasticato di color verde; a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 50 cm in modo che questa aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.

I fili di tensione saranno legati ad ogni montante e tesi da tenditori ad occhiello in acciaio zincato o quando previsto, del tipo a molla e sfera di acciaio in monoblocco di zinco pressofuso, applicati ad ogni caposaldo.
Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso".

**b) Recinzione laterale tipo R.1.B. alta 2,12 m con rete a maglie elettrosaldate**
È la recinzione normalmente usata per le stazioni - posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio, nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà costituita da una rete delle medesime caratteristiche della precedente, a maglie differenziate, rivestita quando previsto, con una pellicola in PVC di color verde R.A.L. 6005, ma di altezza di 180,3 cm e sormontata da due ordini di corda spinosa, sovrapposti di 14,5 cm; la corda sarà composta da due fili di acciaio zincato con triboli a quattro punte distanziati fra loro di 10 cm e, quando previsto, plasticata di colore verde.

I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno altezza di 212 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la rete del tipo R.1.A., uno o due saette completeranno il sistema di sostegno della recinzione.

La rete sarà fissata a quattro ordini di filo di irrigidimento e montata con le stesse modalità della precedente avendo cura di darla in opera perfettamente fissata e tesata.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

**c) Recinzione laterale tipo R.1.B. "FAUNISTICA" alta m 2,12**
La recinzione "Faunistica" sarà uguale alla recinzione di tipo **R.1.B.** ad eccezione degli ordini di corda spinosa posti alla sommità della recinzione stessa, che saranno sostituiti da due ordini di filo liscio del tipo usato per i tenditori.

La recinzione **"Faunistica"** sarà installata nei bordi perimetrali della proprietà autostradale qualora il tracciato autostradale attraversi zone con presenza di ungulati o animali selvatici particolari: foreste, parchi Nazionali, aziende faunistiche e venatorie, enti produttori di selvaggina, zone adibite a ripopolamenti, ecc.

L'installazione di detta recinzione sarà eseguita prevalentemente nei tratti in trincea posti a monte della carreggiata dove il dislivello della scarpata favorisce il salto degli animali all'interno della carreggiata autostradale.

**d) Recinzione laterale tipo R.2.A. alta 1,25 m con rete a maglie annodate**
Sarà posta sui bordi laterali dei tratti autostradali montani o su terreni che presentano delle notevoli variazioni di pendenza.

Sarà composta da una rete a maglie annodate e differenziate, dell'altezza di 120,1 cm, con sostegni e saette delle stesse dimensioni della recinzione di tipo R.1.A.
La rete sarà realizzata con fili orizzontali continui, distanziati fra di loro e ad essi saranno fissati sulla stessa linea verticale n. 15 segmenti di filo aventi lunghezza uguale a quella delle maglie. I segmenti di filo verticali saranno avvolti con due spirali ai fili orizzontali continui.

I montanti di controvento, di caposaldo e gli accessori saranno disposti come quelli per la recinzione R.1.A., ma con diversa posizione dei fori per il fissaggio dei fili tenditori, delle saette e dei tenditori ad occhiello.

Ai montanti saranno fissati tre ordini di filo di irrigidimento ed a questi sarà fermata la rete mediante legature ogni 46 cm, in modo che si adatti perfettamente al profilo dei terreni di posa evitando così la presenza di ondulazioni o bombature di qualsiasi genere.

Tutti gli altri componenti la recinzione: legatura, targhette, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno caratteristiche uguali a quelle descritte per la recinzione di tipo R.1.A.

**e) Recinzione laterale tipo R.3.A. alta 1,25 m con rete a maglie elettrosaldate**
È la recinzione normalmente usata per i bordi laterali del corpo autostradale.
Sarà costituita da una rete metallica in filo di acciaio a maglie differenziate di altezza di 119,4 cm, sorretta da montanti costituiti da paletti di acciaio dell'altezza di 125 cm dal piano di campagna, posti mediamente ad interasse di 2,50 m.

Detta rete sarà elettrosaldata, zincata e quando previsto, rivestita con una pellicola in PVC di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).
Ogni 30 m circa ed in corrispondenza di piccole deviazioni del tracciato, sarà posto un montante di controvento dotato di una saetta, unita al sostegno a mezzo di un gancio zincato, oppure mediante staffe, collari e cappellotti. Le saette dovranno essere installate sulla stessa linea della rete.

Ogni 100 m circa e nel caso di rilevanti variazioni angolari del tracciato saranno posizionati montanti di caposaldo, uguali ai precedenti, ma dotati di due saette, anch'esse collegate al sostegno come descritto precedentemente.

I sostegni suddetti saranno costituiti da montanti tubolari in acciaio a sezione circolare con nervatura longitudinale sagomata per permettere il fissaggio della rete; saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente, con una massa minima di zinco pari a 140 gr/mq e successivamente rivestiti con una pellicola in poliestere (PE) dello spessore minimo di 60 µm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR), oppure di colore grigio R.A.L. 7030 (in abbinamento alla rete di tipo zincata). Dovranno avere inoltre un modulo di resistenza minimo di Wx = Wy = 2,30 $cm^3$ per i sostegni intermedi e di 1,30 $cm^3$ per i sostegni di controvento e di caposaldo.
I sostegni saranno dotati di cappucci in alluminio o in plastica del colore previsto.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà mediante graffette a Clips-inox, poste in opera a mezzo di una speciale pinza sagomata, ogni 30 cm, in modo che la rete aderisca perfettamente e si presenti uniformemente tesa, senza ondulazioni o bombature.
I collegamenti tra montanti e saette saranno realizzati con bulloni in acciaio del tipo M 8X30 con un gancio opposto alla parte filettata, completi di bullone in acciaio, guarnizione e rondella in plastica, oppure mediante staffe o collari con i relativi cappellotti del colore previsto.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di legge".

**f) Recinzione laterale tipo R.3.B. alta 1,85 m con rete a maglie elettrosaldate**
Sarà ubicata in alcuni posti di manutenzione - parcheggi - depositi della Società - aree di servizio - sullo spartitraffico adiacente le aree di servizio - nella zona compresa tra gli scambi di carreggiata - nei casi in cui il corpo stradale si trovi in prossimità di insediamenti residenziali, industriali o di viabilità ordinaria.

Sarà composta da una rete del tipo R.3.A, ma di altezza 180,3 cm.
I montanti intermedi, di controvento e di caposaldo avranno l'altezza di 185 cm dal piano di campagna e saranno disposti come descritto per la recinzione R.3.A., protetti da un rivestimento dello stesso tipo, precedentemente descritto. Il loro modulo di resistenza minimo Wx e Wy sarà di 2,30 $cm^3$.

La rete sarà fissata ai montanti con le stesse modalità della precedente con graffette inox ogni 30 cm.
Tutti gli altri componenti la recinzione avranno le medesime caratteristiche descritte per la recinzione tipo R.3.A.

**g) Recinzione di protezione sulle opere d'arte tipo R.9.A. alta 1,98 m**
Questo tipo di protezione sarà montato sui cordoli delle opere d'arte a luce limitata con parapetto metallico nella cui area sottostante siano presenti centri abitati, viabilità ordinaria o insediamenti industriali ed il cui scopo è quello di impedire la caduta di oggetti.

Sarà composta da una rete fissata a dei montanti in acciaio, di sezione ad U, posti dietro i sostegni del parapetto, normalmente ad interasse di 1,33 m, ai quali saranno uniti mediante due fasce di nastro metallico e graffettate.

La rete, alta 193 cm, sarà fissata con legature a quattro ordini sovrapposti di fili di tensione ogni 50 cm, legati ad ogni montante e tesi con tenditori applicati ai montanti terminali e di controvento, come già descritto per la normale recinzione laterale.

Dovrà essere elettrosaldata, zincata, a maglie quadrate e dovrà essere posizionata alla distanza di 2,5 cm dal cordolo del manufatto.

All'inizio ed al termine di ogni tratta saranno montate delle saette, di sezione ad U, ancorate con malta di cemento reoplastico in fori da predisporre nel coronamento dell'opera.

Tutti gli altri componenti la protezione: fili di tensione e legature, tenditori, bulloni ed accessori vari avranno le stesse caratteristiche previste per le recinzioni laterali tipo R.1.A e R.1.B**.**

**h) Recinzione antiscavalcamento per Aree Di Servizio tipo R.4.B. alta 2,40 m**
La recinzione tipo R.4.B. sarà ubicata nei confini della proprietà autostradale in prossimità delle aree di servizio.

La recinzione è costituita da pannelli di rete metallica a maglie rettangolari dell'altezza di 240 cm, sorretta da montanti scatolari opportunamente sagomati, posti ad interasse di 2,53 m.
I pannelli di rete sono composti da due elementi sovrapposti per ogni interasse, di dimensione diverse, realizzati per mezzo di fili verticali e piatti orizzontali elettrosaldati; il secondo pannello avrà la parte superiore inclinata di 45 gradi verso l'esterno per una lunghezza di 40 cm, in modo da impedire l'accesso di persone dall'esterno.

Saranno zincati, previa fosfatazione e rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore di 100 μm, di colore verde R.A.L. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L 840 HR).

Ai tubolari, di sezione quadrata, saranno fissati i pannelli di rete mediante staffe inox e bulloni di sicurezza antisvitamento, ogni 40 cm, in modo che aderiscano perfettamente ai montanti stessi. In caso di terreni ondulati i pannelli saranno posizionati in modo sfalsato mediante l'utilizzo di sostegni più lunghi.

I tubolari saranno zincati a caldo, sia esternamente che internamente con una massa minima di zinco pari a 130 $g/m^2$ per ogni faccia, previa fosfatazione: dovranno avere un modulo di resistenza pari a Wx = Wy = 1,35 $cm^3$ e saranno infine rivestiti con una pellicola di poliestere dello spessore minimo di 60 μm, di colore verde RAL. 6005 (secondo il registro dei colori R.A.L. 840 HR).

Per collegare tra di loro il pannello inferiore a quello superiore ed entrambi al sostegno saranno utilizzati giunti di collegamento in profilato in acciaio a C, zincati e rivestiti come i tubolari, del colore verde previsto, mentre i cappucci per i sostegni saranno realizzati in plastica, del colore verde previsto, di forma tale da poter essere inseriti perfettamente nei pali scatolari.

Il collegamento della rete ai sostegni avverrà a mezzo di staffe di sicurezza in acciaio pressofuso utilizzando speciali viti di sicurezza che saranno realizzate in acciaio INOX AISI 303 dei tipo TT M 6x60; le suddette viti saranno formate da una semisfera filettata e da una testa esagonale che a serraggio avvenuto si distaccherà dalla parte sferica la quale invece rimarrà a vista.

I relativi copribulloni saranno realizzati in plastica a forma di asola e saranno collocati sulle cavità delle staffe di fissaggio in corrispondenza del bullone a mezzo di silicone, mentre le graffette in acciaio INOX, saranno impiegate per collegare i pannelli in caso di formazione di angolo acuto.

Per motivi di sicurezza, la recinzione dovrà essere installata in modo che la bulloneria e le staffe di fissaggio dei pannelli, rimangano all'interno della proprietà autostradale in modo da impedire eventuali manomissioni.

L'Impresa dovrà inoltre fornire tutti gli accessori necessari alla completa esecuzione del lavoro e in particolare nel caso di recinzione installata su tracciati con angoli acuti o ottusi, dovrà provvedere a fornire pali con forme particolari, graffe speciali e quanto altro occorra per avere l'opera rispondente alle necessità richieste.

I cancelli di sicurezza saranno realizzati secondo le prescrizioni, forme e dimensioni contenute nei disegni di progetto. Dovranno aprirsi verso l'interno della proprietà autostradale e dovranno essere muniti di serrature anti-trapano del tipo "kama" o di altro tipo che comunque dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori. Inoltre, le maniglie dovranno essere posizionate solo nella parte interna del cancello.

Ogni 100 m di recinzione saranno apposte le previste targhette in alluminio con la scritta "Divieto di Accesso - I trasgressori saranno puniti a norma di Legge".

50.55.2 Qualità dei materiali - Prove

**a) Qualità dei materiali**

1) Caratteristiche dell'acciaio.
   I montanti e le saette impiegati per le recinzioni dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra per spessori e finiture; dovrà essere della qualità UNI EN 10025 - S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070).

L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici, dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1.

La rete, i fili di tensione e la corda spinosa saranno realizzati in acciaio crudo UNI 3598/54, con resistenza minima unitaria di rottura di 45 kg/mm$^2$, mentre i fili di legatura, in acciaio dolce, sempre del tipo UNI 3598/54, ad eccezione dei fili longitudinali della rete a maglie annodate, che dovranno avere una resistenza minima unitaria di rottura di 110 kg/mm$^2$.

2) Tolleranze dimensionali.
   Nella costruzione dei profilati di acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze degli spessori dei profilati e della rete, sarà accettata una tolleranza massima di ± 0,05 mm.

3) Zincatura delle reti, fili, corde spinose.
   La rete, i fili e la corda spinosa saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante), delle Norme UNI 7245/73. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 g/m$^2$.

Il rivestimento protettivo della rete dei fili e della corda spinosa delle recinzioni sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 2013/748 oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso, la percentuale di alluminio presente nella lega, non dovrà superare il 5%.

4) Zincatura dei sostegni e delle saette tradizionali ad U.
Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo, il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n.7-6/ VII 1968. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 350 g/m$^2$. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.

5) Zincatura dei sostegni e delle saette tubolari a sezione circolare.
Il rivestimento delle superfici sia interne che esterne dei tubolari a sezione circolare sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo o con processo sendzimir; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti, secondo le norme CNR-CEI n7-6/VII 1968.
Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 140 g/m$^2$. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.
Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

6) Zincatura dei pannelli e pali.
Il rivestimento delle superfici, sia interne che esterne, dei profilati formati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo; dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie e difetti secondo le norme UNI 5744/66. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono di 40 g/m$^2$ per i pannelli e di 130 g/m$^2$ per i pali.
Lo zinco impiegato per i rivestimenti dei profilati dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74.
Questi tipi di componenti saranno successivamente rivestiti con poliestere.

7) Fosfatazione.
I pannelli ed i pali per la recinzione di tipo R.4.B dovranno subire un processo di fosfatazione ai sali di zinco.

8) Rivestimento di protezione.
I pali e gli accessori della recinzione di tipo R.4.B e dei montanti a sezione circolare della recinzione di tipo R.3, saranno ricoperti con un film di poliestere dello spessore di 60 µm mentre i pannelli con un film dello spessore di 100 µm, di colore verde RAL 6005; le reti elettrosaldate saranno invece, quando previsto, ricoperte da un film in PVC dello stesso colore. Tali films dovranno essere perfettamente aderenti ad essi, resistenti all'azione da parte dei raggi ultravioletti ed infrarossi, alle variazioni di temperatura, essere non infiammabile e stabile nei colori.
La corda spinosa e i fili saranno zincati e rivestiti analogamente.

**b) Prove sui materiali**

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e della bulloneria.
La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme UNI EN 10025.
Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

2) Prove di corrosione.

La rete, i fili e la corda spinosa saranno sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva, di 28 cicli per la rete tradizionale o di 20 cicli per la rete relativa alla recinzione di tipo R.4.B, in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa, secondo le Norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1.0S (un litro di $SO_2$ per un volume totale della camera di 300 litri). I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" per la durata massima dei 28 o 20 cicli previsti.

Ogni ciclo avrà la durata di 24 h, suddiviso in due parti: nella prima parte, della durata di 8 h, i campioni saranno sottoposti alla sollecitazione dell'agente corrosivo composto da $H_2O$ + $SO_2$; nella seconda parte i campioni saranno tenuti a riposo mediante aerazione degli stessi.

Il materiale sarà ritenuto accettabile qualora al termine della prova della durata dei cicli richiesti, i campioni non abbiano subito alcuna entità di ossidazione aderente e/o permanente.

La rete zincata rivestita con film in PVC sarà sottoposta alla prova di sollecitazione corrosiva, precedentemente descritta, dopo aver asportato chimicamente la pellicola di PVC.

Gli eventuali films di PVC di rivestimento della rete dovranno rispondere inoltre ai seguenti requisiti senza che al termine delle prove subiscano alcuna alterazione:
- Resistenza all'invecchiamento ponendo i campioni in forno a ventilazione forzata, alla temperatura di 80° ± 2° C per 6 h secondo le Norme DIN 16938.
- Stabilità dei colori esponendo i campioni ad una sorgente luminosa UV di 2000 W per 24 h.
- Ciclaggio termico, ponendo i campioni a sbalzi di temperatura di ±20 °C alternati in maniera rapida ogni ora.

Relativamente ai sostegni e alle saette tradizionali zincati con sezione ad U, le caratteristiche del rivestimento di zinco saranno verificate con le prove previste dalle Norme CNR - CEI n. 7-6/VII 1968 descritte di seguito:
- Determinazione della qualità dello zinco mediante analisi chimica.
- Determinazione della massa dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione dello spessore dello strato di zinco (concordante con le Norme UNI 5741-5742/66).
- Determinazione della uniformità di spessore del rivestimento di zinco (concordante con le Norme UNI 5743/66).
- Determinazione della aderenza dello strato di zinco.

Relativamente ai montanti e alle saette tubolari a sezione circolare zincate e rivestite in poliestere, dovranno essere sottoposti alla prova di sollecitazione corrosiva di 20 cicli in clima variabile di acqua condensa con atmosfera contenente anidride solforosa secondo le norme UNI EN ISO 6988 oppure DIN 50018 SFW 1,0 S.

I relativi provini saranno deposti nell'apparecchio di "Kesternich" dopo l'esecuzione di un intaglio sulla pellicola di poliestere parallelo all'asse del sostegno per la durata massima di 20 cicli e testati come previsto per la rete.

La pellicola di poliestere di rivestimento dovrà rispondere ai seguenti requisiti, senza che al termine dei quali subisca alcuna alterazione:
- Prova alla nebbia salina secondo le Norme ASTM-B 117 resistenza fino a 1000 h.
- Prova di aderenza della pellicola di poliestere (PE) secondo le Norme DIN 53151 (GT=G).
- Prova di resistenza alla luce con lampade XE-NON 6000 W, nessuna alterazione dopo 2000 h.

Relativamente a tutti gli altri accessori, dovranno essere verificati con le norme e i criteri dei relativi settori di appartenenza e comunque nel rispetto delle norme già descritte.

50.55.3 Accettazione dei materiali

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

I materiali dovranno essere forniti da Produttori certificati secondo la UNI EN ISO 9002/94 in conformità a quanto previsto dalla Circolare del Ministero dei lavori Pubblici del 30/05/96 n.125 e successive modificazioni.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati circa le attestazioni e la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che questa lo riterrà opportuno.
Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito, tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti della recinzione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa:

1) Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio:
   - un prelievo per ogni 5.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.
2) Prove relative alle caratteristiche anticorrosive:
   - un prelievo per ogni 3.000 m di impianto e comunque una prova per ogni partita pervenuta in cantiere.

Le campionature relative alla zincatura dovranno essere inviate dalla Direzione dei Lavori al "Laboratorio Autostrade" (Centro rilevamento dati e prove sui materiali), per essere sottoposte alle analisi di controllo a cura e spese dell'Impresa.

Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno invece inviate dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio qualificato a scelta della stessa Direzione Lavori. I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle parti e ad essi si farà riferimento a tutti gli effetti.

Qualora le prove eseguite su una serie di campioni risultasse fuori norma, esse saranno ripetute su ulteriori due serie e soltanto se i risultati di queste ultime avranno dato esito positivo il materiale sarà ritenuto idoneo; in caso contrario saranno applicate le penali di seguito elencate.

Tutte le spese inerenti le prove, oltre il prelievo dei materiali, la preparazione dei campioni, l'invio al laboratorio di prova, saranno a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il montaggio, la corretta e regolare esecuzione dei lavori sarà accertata dalla stessa Direzione Lavori che potrà richiedere anche la demolizione dell'opera in caso di grave negligenza.

50.55.4 Modalità d'esecuzione

I lavori di posa in opera della recinzione si svolgeranno ai lati del corpo autostradale e delle sue pertinenze, lungo un tracciato che di norma seguirà il limite della proprietà autostradale, salvo disposizioni diverse.

L'Impresa dovrà predisporre per una fascia larga 1.00 m circa e per le tratte previste dal progetto, il taglio della vegetazione sia erbacea che arbustiva di qualsiasi specie e forma, comprese le piante di alto fusto, lo spianamento e la sistemazione del piano di posa della recinzione. I materiali rimossi dovranno essere di volta in volta allontanati dalle pertinenze autostradali a meno che la Direzione Lavori non disponga il loro reimpiego in sito.

I montanti, come le saette, dovranno essere ancorati al terreno con blocchetti di calcestruzzo o con cordoli di cemento armato, dimensionati fino a resistere senza visibile cedimento ad una spinta orizzontale di 60 kg, applicata sul paletto all'altezza di 1,00 m da terra mentre in caso di terreni rocciosi, strutture in calcestruzzo o pavimentazioni, saranno ancorati in fori di dimensioni adeguate, eseguiti preventivamente e successivamente riempiti di conglomerato cementizio reoplastico.

Al piede della rete e fino a coprire la prima maglia in basso, sarà eseguito un rincalzo con terra o altro materiale analogo.
In corrispondenza di fossi o tombini saranno riportati pezzi di rete verticali od orizzontali sistemati e fissati a chiusura del cavo del fosso o dell'imbocco del tombino; nel caso che la recinzione termini o inizi contro o sopra un muro di sostegno, la rete dovrà essere prolungata e fissata al muro mediante chiodi sparati in modo da impedire il passaggio o lo scavalcamento dello stesso.

Nel caso di sostituzione di tratti di recinzione obsoleta, è fatto obbligo che i lavori di posa in opera della nuova recinzione seguano immediatamente quelli di rimozione affinché non rimangano tratti non protetti o comunque varchi o passaggi aperti.

L'eventuale rimozione dei sostegni potrà avvenire ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, sia mediante il taglio alla base degli stessi, sia mediante la rottura in sito o l'asportazione dei blocchetti o dei cordoli di fondazione.

La misurazione della fornitura in opera o della rimozione delle varie tipologie di recinzione sarà eseguita per tratte continue comprese fra le due estremità e sarà valutata per il suo sviluppo in opera senza tener conto di eventuali sovrapposizioni.

## 50.56 Ripristini stradali (specifiche tecniche e prestazionali)

50.56.1 Generalità

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettifilo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleverà l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.
Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.
Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

### 50.56.2 Strati di fondazione

**Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche

altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

*Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi*

***Caratteristiche dei materiali da impiegare***

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

| Serie crivelli e setacci UNI | | Passante % totale in peso |
|---|---|---|
| crivello | 71 | 100 |
| crivello | 40 | 75 - 100 |
| crivello | 25 | 60 - 87 |
| crivello | l0 | 35 - 67 |
| crivello | 5 | 25 - 55 |
| setaccio | 2 | 15 - 40 |
| setaccio | 0,4 | 7 - 22 |
| setaccio | 0,075 | 2 - 10 |

c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;

d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;

e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.
Inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ± 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

***Modalità esecutive***

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.
L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

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

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di\ Pc\ (100 - x)}{100\ Pc - x\ di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = 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 mm 35, 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 trattenuto al crivello UNI 25 mm).
Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0, 25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4, 00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

**Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

**Caratteristiche dei materiali da impiegare**

***Inerti***

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.
Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

| Serie crivelli e setacci UNI | | Passante totale in peso |
|---|---|---|
| crivello | 40 | 100 |
| crivello | 30 | 80 - 100 |
| crivello | 25 | 72 - 90 |
| crivello | 15 | 53 - 70 |
| crivello | l0 | 40 - 55 |
| crivello | 5 | 28 - 40 |
| setaccio | 2 | 18 - 30 |
| setaccio | 0,4 | 8 - 18 |
| setaccio | 0,18 | 6 -.14 |
| setaccio | 0,075 | 5 - 10 |

c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;

d) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) compreso fra 30 - 60;

e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

*Legante*

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

***Acqua***

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro ±2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

*Studio della miscela in laboratorio*

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 $cm^3$); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa i cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17, 78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm$15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).
Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

*Requisiti di accettazione delle miscele*

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di $\pm$ 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

*Modalità esecutive*

***Confezione delle miscele***

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.
La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

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

***Posa in opera***

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:
- rullo a due ruote vibranti da l0 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.
Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.
Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m$^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

50.56.3 Strato di base

**Generalità**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

**Caratteristiche dei materiali da impiegare**

***Inerti***

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

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

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

***Legante***

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

| **TABELLA BITUME** | | |
|---|---|---|
| *CARATTERISTICHE:* | *UNITÀ* | *VALORE* |
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 85 105 |
| Punto di rammollimento | C / K | 47-52/320-325 |
| Indice di penetrazione | | -1 / +1 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | C / K | -9 / 264 |
| Duttilità a 25°C/298°K, min. | cm | 100 |
| Solubilità in solventi organici, min. | % | 99 |
| Perdita per riscaldamento (volatilià) T = 163°C / 436°K, max. | % | +/- 1 |
| Contenuto di paraffina, max. | % | 3 |
| Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 150 - 250 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 0,2 – 0,6 |

Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)

| | | |
|---|---|---|
| Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$\ | Pa.s | 500 - 700 |
| Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s | % | $\leq$ 75 |
| Variazione del Punto di rammollimento | C / K | $\leq$ + 10 / $\leq$ 283 |

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

indice di penetrazione = 20 u - 500 v / u + 50 v

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);
v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

**Miscela**

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

| Serie crivelli e setacci U.N.I. | Passante: % totale in peso |
|---|---|
| Crivello 40 | 100 |
| Crivello 30 | 80 ÷ 100 |
| Crivello 25 | 70 ÷ 95 |
| Crivello 15 | 45 ÷ 70 |
| Crivello 10 | 35 ÷ 60 |
| Crivello 5 | 25 ÷ 50 |
| Setaccio 2 | 20 ÷ 40 |
| Setaccio 0,4 | 6 ÷ 20 |
| Setaccio 0,18 | 4 ÷ 14 |
| Setaccio 0,075 | 4 ÷ 8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburuci dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 - 1991;

**Formazione e confezione delle miscele**

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

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.
Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.
La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.
Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.
Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

**Posa in opera delle miscele**

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

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/$m^2$.

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

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.
Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.
I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

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

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

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

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

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

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.
La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.
Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

50.56.4 Strati di collegamento (binder) e di usura

**Generalità**

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

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

**Caratteristiche dei materiali da impiegare**

***Inerti***

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

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

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

***- Per strati di collegamento (BINDER):***

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

***- Per strati di usura:***

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);

- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm$^2$, nonché resistenza alla usura minima 0,6;

- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;

- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R 137-1992);

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953;
ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;

- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

***Legante***

Il bitume, *per gli strati di collegamento e di usura,* dovrà essere del tipo utilizzato per lo strato di base.

**Miscele**

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

| Serie crivelli e setacci U.N.I | | Passante: % totale in peso |
|---|---|---|
| Crivello | 25 | 100 |
| Crivello | 15 | 65 ÷ 100 |
| Crivello | 10 | 50 ÷ 80 |
| Crivello | 5 | 30 ÷ 60 |
| Setaccio | 2 | 20 ÷ 45 |
| Setaccio | 0,4 | 7 ÷ 25 |
| Setaccio | 0,18 | 5 ÷ 15 |
| Setaccio | 0,075 | 4 ÷ 8 |

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

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

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R 30-1973).

- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

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

| *Serie crivelli e setacci U.N.I* | | | **Passante: % totale in peso** |
|---|---|---|---|
| Crivello | 20 | | -- |
| Crivello | 15 | 100 | 100 |
| Crivello | 10 | 70 ÷ 100 | 70 – 90 |
| Crivello | 5 | 43 ÷ 67 | 40 – 60 |
| Setaccio | 2 | 25 ÷ 45 | 25 – 38 |
| Setaccio | 0,4 | 12 ÷ 24 | 11 – 20 |
| Setaccio | 0,18 | 7 ÷ 15 | 8 – 15 |
| Setaccio | 0,075 | | 6 – 10 |

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

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

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

**Formazione, confezione degli impasti e posa in opera**

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

**Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con 1' Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ($\Delta$ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).
Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

**Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura**

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:
- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

*Caratteristiche dei materiali da impiegare*

***Inerti***

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:
- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. ugualè o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

***Legante***

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

| CARATTERISTICHE | UNITÀ' | VALORE (x) |
|---|---|---|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 50 - 70 |
| Punto di rammollimento | K | 328-343 |
| Indice di penetrazione | | +1/ +3 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | K | 261 |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 180 – 450 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 0,2 – 1.8 |

*Miscele*

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nei fuso riportato qui di seguito:

| Serie crivelli e setacci U.N.I | | | Passante: % totale in peso |
|---|---|---|---|
| Crivello | 20 | | 100 |
| Crivello | 15 | 100 | 90 – 100 |
| Crivello | 10 | 70 ÷ 100 | 35 - 50 |
| Crivello | 5 | 43 ÷ 67 | 10 - 25 |
| Setaccio | 2 | 25 ÷ 45 | 0 - 12 |
| Setaccio | 0,4 | 12 ÷ 24 | 0 – 10 |
| Setaccio | 0,18 | 7 ÷ 15 | 0 - 8 |
| Setaccio | 0,075 | | 0 - 6 |

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

La miscela favorisce una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di l0 cm prelevate in sito.
Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.
In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "CF" in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento (C) |
|---|---|
| 400 – 630 | CF > 0,15 |
| 800 – 1600 | CF> 0,30 |
| 2000 – 2500 | CF > 0,15 |

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di CF dovranno essere:

| Frequenza (Hz) | Coeff. fonoassorbimento CF |
|---|---|
| 400 - 630 | CF > 0,25 |
| 800 - 1250 | CF> 0,50 |

1600 - 2500 CF> 0,25

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 600 kg.
- Il valore del modulo di rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 250; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di 14% - 16%.

I provini per le misure di stabilità e rigidezza e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Irioltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 – 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

| Temperatura di prova | 283 K | 298 K | 313 K |
|---|---|---|---|
| Resistenza a trazione indiretta ($N/mm^2$) | 0.70 – 1.10 | 0.25 – 0.42 | 0.12 – 0.20 |
| Coefficiente di trazione indiretta ($N/mm^2$) | $\geq 55$ | $\geq 22$ | $\geq 12$ |

*Confezione e posa in opera del conglomerato*

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra 413 e 423 .

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:
$Kv = 15*1,0^{-2}$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm2 e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 8 dm3/min .

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/$m^2$ 0,6 e 2,0, secondo le indicazione della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

50.56.5 Trattamenti superficiali

**Generalità**

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

*Trattamento con emulsione a freddo*

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e $dm^3$ 12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e $dm^3$ 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.
Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.
Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.
Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.
Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benestare da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che

sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

*Trattamento con bitume a caldo*

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/$m^2$ di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.
Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa $m^3$ 1,20 per 100 $m^2$, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.
Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che

decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

*Trattamento a caldo con bitume liquido*

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l' 80% da
bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.
Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Laboratorio Provinciale o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.
Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.
Cosi preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/$m^2$ previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree cosi trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.
Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.
I quantitativi di pietrischetto e di graniglia cosi ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.
A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

**Scarificazione di pavimentazioni esistenti**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

**Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.
La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

50.56.6 Microtappeti a freddo

**Generalità**

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.
La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un’apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.
**Caratteristiche dei materiali da impiegare**

***Inerti***

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;

- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);

- La porosità dovrà essere $\leq$ 1.5% (C.N.R. 65 - 1978);

- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - (“Norme per l’accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) $\leq$ 0,015;

- I coefficienti di forma "Cf' e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);

- La sensibilità al gelo $\leq$ 20% (C.N.R .80 -1980);

- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.

- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

***Additivi***

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

**a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il $\Delta$ PA dovrà essere $\geq$ 5°C;**

b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:

- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
- Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
- Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%

c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

***Malta bituminosa***

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsionamento.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.
L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

"bitumi di base"
I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione riportati nel punto 3.2.2 della presente sezione.

"bitumi modificati"
I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

| CARATTERISTICHE | UNITÀ' | VALORE (x) |
|---|---|---|
| Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s | 0,1 mm | 50 60 |
| Punto di rammollimento | C / K | 65-75/338-348 |
| Indice di penetrazione | | -1 / +1 |
| Punto di rottura (Fraass), min. | C / K | -14 / 259 |
| Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 80 – 130 |
| Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 $s^{-1}$ | Pa.s | 0,2 – 0,4 |

Nella “malta bituminosa” suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l’adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

***Acqua***

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

**Miscele**

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

| **Spessore minimo<br>Crivelli e setacci UNI** | | **9 mm** | **6 mm** | **4 mm** |
|---|---|---|---|---|
| 15 | Passante: % | 100 | 100 | 100 |
| 10 | Passante: % | 85 ÷ 100 | 100 | 100 |
| 5 | Passante: % | 55 ÷ 75 | 55 ÷ 80 | 85 ÷ 100 |
| 0,4 | Passante: % | 14 ÷ 28 | 14 ÷ 28 | 22 ÷ 36 |
| 0,18 | Passante: % | 8 ÷ 19 | 8 ÷ 19 | 11 ÷ 22 |
| 0,0075 | Passante: % | 4 ÷ 10 | 5 ÷ 10 | 6 ÷ 10 |

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

**Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

| **Spessore minimo:** | | **9 mm** | **6 mm** | **4 mm** |
|---|---|---|---|---|
| Dosaggio della malta | $Kg/m^2$ | 13 ÷ 20 | 8 ÷ 14 | 6 ÷ 10 |
| Dimensione massima degli inerti | mm | 10 ÷ 12 | 7 ÷ 9 | 5 ÷ 6 |
| Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti) | % | 5,0 ÷ 7,5% | 6 ÷ 8% | 7 ÷ 10% |

**Confezionamento e posa in opera**

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei

- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità`…
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.
In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per $m^2$ di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

## 50.57 Ripristini stradali (specifiche di controllo)

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

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

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.
I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

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

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

50.57.1 Strati di fondazione

*Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato*

***Prove di laboratorio- accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 mq di strato di fondazione realizzato.

rada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la freq

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la freq uenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

*Fondazione in misto cementato confezionato in centrale*

***Prove di laboratorio-accettazione dei materiali***

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

***Prove di controllo in fase esecutiva***

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.
I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m2 di strato di fondazione realizzato.

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 $m^3$ di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

50.57.2 Strato di base

*Prove di laboratorio - accettazione dei materiali*

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

*Prove di controllo in fase esecutiva*

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

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

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidezza Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliazione (C.N.R. 138 –1992);
- le caratteristiche del legante bitominoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm$ 5% e di sabbia superiore a $\pm$ 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm$1,5% sulla percentuale di additivo.
Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm$ 0,3%.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.
In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

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

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

50.57.3 Strati di collegamento (binder) e di usura

*Prove di laboratorio - accettazione dei materiali*

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

*Prove di controllo in fase esecutiva*

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratorio Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Valgono le stesse prescrizioni previste ai punti precedenti.

50.57.4 Microtappeti a freddo

*Prove di laboratorio- accettazione dei materiali*

Saranno eseguite tutte le prove di laboratorio atte a verificare le caratteristiche dei materiali e delle miscele richieste dal presente capitolato.

*Prove di controllo in fase esecutiva*

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Laboratorio Provinciale o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali del Laboratori Provinciale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

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

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.
In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

## 50.58 Caratteristiche degli impianti elettrici

### 50.58.1 Ambiente di installazione

Tutti i materiali che verranno forniti e tutti gli impianti che verranno eseguiti dovranno essere idonei per l'installazione in ambienti con temperatura ambiente e umidità relativa massima prevista.
Agli effetti dell'ambiente specifico di installazione si richiede il seguente grado di protezione minimo: IP55 .

### 50.58.2 Sicurezza degli impianti elettrici

Gli impianti e le apparecchiature devono essere costruiti tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente in cui devono essere installati e delle funzioni che devono adempiere.

Tutti i materiali devono essere nuovi e di buona qualità, e dovranno riportare, ove previsto, il marchio di qualità IMQ o analoghi di paesi CEE e la marchiatura CE.

La buona esecuzione dell'impianto e la scelta di materiali appropriati sono essenziali ai fini della sicurezza.

In particolare gli apparecchi ed i materiali impiegati devono essere idonei a resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere sottoposti durante l'esercizio, considerando combinati gli effetti dovuti alla temperatura e all'umidità.

Tutti i conduttori devono avere sezione e portata sufficiente per l'uso a cui sono destinati.
Tabella dimensionamento cavi e cavidotti:

| TENSIONE | CORRENTE NOMINALE | LUNGHEZZA MASSIMA | SEZIONE CAVO | CAVIDOTTO | POTENZA INSTALLATA |
|---|---|---|---|---|---|

| | INTERRUTTORE AUTOMATICO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Volt | In | mt | mmq | d: mm | kW |
| 220 | 6 | L ≤ 49 | 1,5 | 16 | 1,50 |
| | | 49 <L≤ 81 | 2,5 | 20 | 1,50 |
| 220 | 10 | L ≤ 29 | 1,5 | 16 | 2,00 |
| | | 29 <L≤ 48 | 2,5 | 20 | 2,00 |
| | | 48 <L≤ 77 | 4 | 25 | 2,00 |
| 220 | 16 | L ≤ 30 | 2,5 | 20 | 3,50 |
| | | 30 <L< 48 | 4 | 25 | 3,50 |
| | | 48 <L≤ 72 | 6 | 32 | 3,50 |
| 220 | 20 | L ≤ 24 | 2,5 | 20 | 4,50 |
| | | 24 <L≤ 38 | 4 | 25 | 4,50 |
| | | 38 <L≤ 58 | 6 | 32 | 4,50 |
| 220 | 25 | L ≤ 31 | 4 | 25 | 5,00 |
| | | 31 <L≤ 47 | 6 | 32 | 5,00 |
| | | 47 <L≤ 78 | 10 | 32 | 5,00 |
| 220 | 32 | L ≤ 37 | 6 | 32 | 7,00 |
| | | 37 <L≤ 61 | 10 | 32 | 7,00 |
| | | 61 <L≤ 97 | 16 | 40 | 7,00 |
| 380 | 6 | L ≤ 98 | 1,5 | 20 | 3,00 |
| | | 98 <L≤ 164 | 2,5 | 25 | 3,00 |
| 380 | 10 | L ≤ 59 | 1,5 | 20 | 5,00 |
| | | 59 <L≤ 98 | 2,5 | 25 | 5,00 |
| | | 98 <L≤ 157 | 4 | 25 | 5,00 |
| 380 | 16 | L ≤ 60 | 2,5 | 25 | 8,00 |
| | | 24 <L< 96 | 4 | 25 | 8,00 |
| | | 96 <L≤ 145 | 6 | 32 | 8,00 |
| 380 | 20 | L ≤ 48 | 2,5 | 25 | 10,00 |
| | | 48 <L≤ 77 | 4 | 25 | 10,00 |
| | | 77 <L≤ 116 | 6 | 32 | 10,00 |
| 380 | 25 | L ≤ 61 | 4 | 25 | 14,00 |
| | | 61 <L≤ 93 | 6 | 32 | 14,00 |
| | | 93 <L≤ 154 | 10 | 40 | 14,00 |
| 380 | 32 | L ≤ 72 | 6 | 32 | 18,00 |
| | | 72 <L≤ 120 | 10 | 40 | 18,00 |
| 380 | 40 | L ≤ 125 | 10 | 40 | 20,00 |
| | | 125 <L≤ 210 | 16 | 50 | 20,00 |
| 380 | 50 | L ≤ 170 | 16 | 50 | 25,00 |
| | | 170 <L≤ 270 | 25 | 75 | 25,00 |
| 380 | 100 | L ≤ 250 | 50 | 75 | 50,00 |
| | | 250 <L≤ 360 | 70 | 110 | 50,00 |
| 380 | 160 | L ≤ 220 | 95 | 110 | 100,00 |
| | | 220 <L≤ 280 | 120 | 140 | 100,00 |

La sezione minima dei conduttori deve essere considerata:
- 1,5 mmq per la distribuzione luce;
- 2,5 mmq per la distribuzione FM.

Le giunzioni e le connessioni devono essere opportunamente realizzate in modo da garantire bassa resistenza elettrica, isolamento sufficiente, robustezza meccanica, protezione da agenti esterni quali muffe, insetti, ecc. Si devono evitare giunzioni e connessioni di materiali elettrochimicamente differenti oppure le giunzioni devono essere realizzate in modo che non diano origine a fenomeni di corrosione.

I circuiti principali e derivati devono essere protetti a monte contro sovracorrenti dannose, a mezzo di interruttori, fusibili ed apparecchiature similari, che :

- Intervengano automaticamente ai valori di corrente che il circuito può sopportare con sicurezza, operando l'interruzione di tutti i poli del circuito protetto;
- abbiano poteri di chiusura e di interruzione adeguati e siano conformi come caratteristiche e prestazioni alle richieste previste sui disegni o definite nella presente;
- siano convenientemente ubicati e, per costruzione ed installazione, conformati in modo da prevenire pericoli per riscaldamento, archi e proiezioni di parti incandescenti durante il loro funzionamento.

50.58.3 Definizioni

E' il conduttore di un circuito elettrico previsto per essere percorso normalmente da corrente. Il neutro deve essere considerato conduttore attivo.

Conduttore di terra: è il conduttore che serve al collegamento dei dispersori fra di loro ed alle eventuali masse metalliche di notevole estensione e che costituisce il collettore generale di terra, cui fanno capo i conduttori di protezione. Per i conduttori parzialmente interrati la denominazione di conduttori di terra vale per la parte non interrata; per quella interrata vale limitatamente agli eventuali tratti destinati ad essere isolati dal terreno, se hanno le dimensioni prescritte, debbono essere considerati come dispersori.

50.58.4 Caratteristiche dei materiali per esecuzione di impianti e modalità d'installazione

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità in commercio ed in particolare devono rispondere alle normative richieste.

L' impresa appaltatrice è tenuta a precisare, già in sede di offerta: la Casa Costruttrice, il tipo, le prestazioni e le caratteristiche principali dei materiali che intende adottare.
Sia in corso di offerta. che in corso d'opera, il committente si riserva il diritto di richiedere all'impresa ulteriori precisazioni e/o campionature.

50.58.5 Tubi protettivi - cassette - scatole

Per l'esecuzione degli impianti nelle varie zone si prescrivono le seguenti regole:

- tubi in PVC serie Pesante in vista o sottotraccia;
- cassette di derivazione in plastica tipo da incasso con coperchio frontale avvitato o apribile con attrezzo.

Agli effetti della installazione detti tubi dovranno:

Tubi in PVC:
devono essere di materiale termoplastico rigido, della serie pesante ("P"), con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 200 Kg su una lunghezza di 10 cm.I tubi in PVC, come i loro accessori, devono essere autoestinguenti e avere un'adeguata resistenza di isolamento e rigidità dielettrica.

Cassette e scatole:
devono essere idonee al tipo di impianto e di ambiente cui sopra ,destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere i morsetti di giunzione e/o apparecchiature varie. Essi devono consentire il facile allacciamento dei cavi o dei conduttori facenti capo ad esse.

Devono essere resistenti all'umidità, alle sovratemperature. agli urti e se di materiale plastico avere buone proprietà isolanti.

Ovviamente il grado di protezione delle cassette dovrà essere idoneo a garantire quello richiesto per il locale.

Devono essere impiegate scatole aventi dimensioni minime di 60 mm di diametro, oppure rettangolari con dimensioni di 56X64X48 mm.

Cassette e scatole:
devono essere idonee al tipo di impianto e di ambiente cui sopra ,destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere i morsetti di giunzione e/o apparecchiature varie. Essi devono consentire il facile allacciamento dei cavi o dei conduttori facenti capo ad esse.

Devono essere resistenti all'umidità, alle sovratemperature. agli urti e se di materiale plastico avere buone proprietà isolanti.

Ovviamente il grado di protezione delle cassette dovrà essere idoneo a garantire quello richiesto per il locale.

Devono essere impiegate scatole aventi dimensioni minime di 60 mm di diametro, oppure rettangolari con dimensioni di 56X64X48 mm.

50.58.6 Canalette portacavi in lamiera zincata

(CEI 23-31)
Caratteristiche costruttive:

Si prevede l'impiego di canalette delle seguenti dimensioni trasversali di massima:
- 300X100 mm , con spessore della lamiera minimo 20/10 mm
- 200X100 mm , con spessore della lamiera minimo 15/10 mm
- 150X100 mm , con spessore della lamiere minimo 15/10 mm
- 100X100 mm , con spessore della lamiera minimo 12/10 mm

Le canalette dovranno essere del tipo prefabbricato in lamiera di acciaio con profilo ad U e fianchi ribordati, costruite in elementi:
- rettilinei di 3-4 metri di lunghezza con ascoltare di unione sulle testate (in cantiere sarà ammessa solo la costruzione di elementi di lunghezza speciale, ricavati da elementi standard);
- in curva, diedri o piani, con piegatura possibilmente a raggio di curvatura continuo intorno al valore di 300:350 mm . Le curve potranno avere ampiezze varie e cioè: 90, 120, 150 gradi sia in senso verticale che orizzontale;
- di derivazione, a T oppure a croce (solo per elementi piani) con caratteristiche analoghe a quelle previste per gli elementi in curva.

Tutti gli elementi suddetti dovranno essere corredati di piastre o dispositivi similari di unione con bulloneria zincata di serraggio, aventi anche funzione di collegamento ai terra.

In questo caso dovrà essere garantita:
- una superficie di contatto di almeno 200 mmq per lato;
- una sezione equivalente rame di 25 mmq.

Qualora tale condizione non potesse essere garantita, si dovranno eseguire i ponticelli in cordina di rame da 25 mmq.

Agli effetti della portata esse dovranno essere proporzionate secondo il seguente prospetto:
- tipo 300X100 mm : carico distribuito 30 Kg/m più carico concentrato nella mezzeria di 80 Kg considerando gli appoggi distanti 4 m, con deformazioni entro i limiti di elasticità del materiale ( Freccia max inferiore a 1/300 della luce);
- tipo 200X100 mm : carico distribuito di 20 Kg/m, più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti;
- tipo 150X100 mm : carico distribuito di 15 Kg/m, più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti.
- tipo 100X100 mm: carico distribuito di 10 Kg/m , più carico concentrato di 80 Kg in mezzeria, nelle stesse ipotesi precedenti.

Gli spessori delle lamiere delle canalette possono essere ridotti se la conformazione geometrica delle stesse è tale da garantire la stessa portata.

Le canalette potranno essere del tipo ad asolatura continua modulare, distribuita su tutta la superficie oppure a lamiera piena e dovranno essere predisposte per l'applicazione del setto separatore e dotate di coperchio ove richiesto.

Le canaline dotate di coperchio dovranno avere il ponticello di messa a terra tra canalina e coperchio stesso, realizzato con cordina in rame di sez.= 6 mmq o con sistemi idonei a garantire continuità elettrica.

Modalità di installazione:
Di massima le canaline dovranno essere fissate alle strutture del fabbricato con mensole in profilati di acciaio zincato a caldo proporzionate in modo da reggere i carichi ipotizzati precedentemente.

Il fissaggio delle mensole alla struttura dovrà essere realizzato con tasselli metallici ad espansione in quantità sufficiente alla sospensione dei carichi previsti. Per il fissaggio delle canalette alle mensole è sufficiente l'impiego di bulloni a testa tonda con dado e rondelle, da inserire in asole sul fondo o sul fianco delle canalette stesse.

50.58.7 Canalette portacavi in PVC

Caratteristiche costruttive:
Si prevede l'impiego di canalette e/o battiscopa delle seguenti dimensioni trasversali di massima:

- 300X75mm
- 200X75 mm
- 150X75 mm
- 100X75 mm
- 72X16 mm

Le canalette dovranno essere del tipo prefabbricato, in PVC rigido, autoestinguente, rinforzato con fibra di vetro, oppure in resina vetropoliestere, tutte con il relativo coperchio costruite in elementi:

- rettilinei di 2/3 metri di lunghezza, con predisposizioni di unione a tenuta tramite manicotti e viterie in plastica;
- elementi di raccordo e di derivazione, diedri o piani con piegatura a raggio continuo, dotati anch'essi di manicotti e viterie di unione a tenuta.

50.58.8 Viti, bulloni, graffette, staffe portanti

Devono essere di robusta costruzione, di norma in acciaio di buona qualità, ricoperti con rivestimento protettivo idoneo all'ambiente di installazione (cadmiatura, zincatura, brunitura, anodizzazione ecc.).I bulloni e le viti dovranno sempre essere completi di rondella elastica. I bulloni da impiegare all'esterno dovranno essere sempre zincati a fuoco per immersione. Le graffette di fissaggio delle tubazioni potranno essere zincate e non dovranno presentare asperità e sbavature che possano danneggiare il tubo; le staffette per il fissaggio dei tubi alle travature dovranno essere del tipo ad aggraffatura a pressione.

50.58.9 Rivestimenti protettivi per - strutture - mensolame

- carpenteria - bulloneria - accessoristica varia:
si prevedono i seguenti rivestimenti protettivi:
- zincatura a fuoco;
- zincatura a freddo
- protezione supplementare con resina.

50.58.10 Cavi di alimentazione o potenza per segnalazioni e comandi

La sezione dei cavi di alimentazione e dei conduttori costituenti gli impianti sarà indicata sui disegni e sugli schemi elettrici di progetto.

In mancanza di eventuali idonee indicazioni la sezione dei cavi deve essere determinata in base ad una temperatura ambiente di 45°C e tenendo conto di tutti i dovuti coefficienti di riduzione, per una portata nominale pari al 130% del carico previsto.

La scelta dei conduttori e dei tipi di cavo deve essere fatta sulla base dell'elenco che segue:

*Cavi di potenza:*

- cavi multipolari/unipolari flessibili FG7OR 0,6/1 kV conduttore in rame rosso ricotto, isolamento : gomma HEPR ad alto modulo, guaina: PVC speciale , Norme costruttive : CEI UNEL 35756 flessibili, Norme di prova: CEI 20.22 II; CEI 20.35; CEI 20.37 1a. Tensione nominale: Uo/U: 0,6/1 kV , Tensione di prova: 4000 V in c.a. , temperatura massima di esercizio: 90°C; temperatura di posa : 0°C.
  Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a 4 volte il diametro esterno del conduttore.

*Cavi per segnalazioni e comandi:*
Sono previsti cavi marchiati di materiali e sezioni secondo le vigenti normative e/o la regola dell'arte.

*Modalità di posa e individuazione dei cavi:*
Per le parti in tubazioni i cavi dovranno essere sistemati parallelamente, ben distesi, con i vari sistemi separati fra loro. Nelle strutture di salita e di discesa i cavi dovranno essere sistemati ordinatamente e fissati ad ogni traversina, per mezzo di appositi morsetti di serraggio; per piccoli cavi appartenenti ad uno stesso sistema è ammesso il fissaggio di più cavi sotto uno stesso morsetto. Per l'individuazione sicura e facile dei cavi, sia nel percorso in canaline che in struttura, si dovranno applicare apposite targhe a manicotto, fascettate, ai cavi, con indicazione della tensione, circuito, sezione e della destinazione impresso in rilievo. Tali targhe saranno da applicare in tutti i tratti accessibili o ispettivi delle condutture.

Tutti i cavi dovranno, sia in arrivo che in partenza essere opportunamente intestati con capicorda (per i cavi di potenza ) e puntalini (per i cavi di segnalazione).

50.58.11 Quadri di protezione e comando

Le connessioni di potenza con gli interruttori modulari vanno realizzate con appositi pettini in rame isolati. E' consentito l'impiego di cavi in PVC N07- V-K CEI 20.22 o bandelle in Rame isolate seguendo le indicazioni della Casa costruttrice del quadro.
Nei quadri dovranno essere previste sbarre di terra (sez . min = 150 mmq) in rame nudo.

50.58.12 Interruttori automatici, differenziali, strumentazione

Tutti gli interruttori automatici dovranno essere di tipo magnetotermico omnipolari scatolati o modulari per gli interruttori generali di quadro e magnetotermici differenziali ad alta sensibilità (Id = 30mA) per le linee luci e blocchi differenziali con possibilità di regolare la corrente differenziale e il tempo d'intervento per la protezione delle linee forza in partenza (interruttori modulari magnetotermico, salvamotori per attuatori – In = 3,5 da 2,5 a 4 A), predisposti per il collegamento a barre entro i quadri previsti. Le caratteristiche degli stessi saranno tali da essere coordinate con i conduttori, per la protezione contro le sovracorrenti.

Voltmetro inserzione diretta e su TV scala 0-600V

Amperometro inserzione diretta su TA sens.5 A scala 0-300°

50.58.13 Rete generale di terra

Le parti di impianto e tutte le masse metalliche in progetto dovranno essere adeguatamente collegate alla rete generale di terra esistente ed in progetto dal nodo equipotenziale principale da installare in prossimità del quadro generale, tramite un conduttore di protezione in rame di sezione 50 mmq con isolante in PVC di colore giallo-verde, previsto lungo il cavidotto di alimentazione principale.

50.58.14 Prese, Interruttori luce, deviatori, pulsanti, segnalatori.

Prese:
devono essere diversificate secondo il servizio e la tensione del sistema con le seguenti precisazioni:
- per posa in vista devono essere complete di cassetta di protezione in fusione metallica o PVC con protezione minima IP55 ,con ingresso filettato per pressacavo o tubo e per raccordo a tubo.

Sono previste prese avente corrente nominale 10/16 A tipo standard italiano bipasso e/ tedesco con alveoli schermati protette da interruttore magnetotermico 10 A se installate nei locali comuni; quadri prese tipo CEE 220 V, 380V dotate di dispositivo di interblocco, protette da fusibili nello stesso frutto metallico o in PVC.

Interruttori luce:

Devono essere installati sui quadri di zona e in prossimità degli accessi. Tali interruttori saranno del tipo unipolare o bipolare.

Devono essere idonei per:

- posa in vista a parete in cassetta in resina antiurto con protezione IP55 con ingresso filettato per raccordo a tubo;

Gli interruttori unipolari dovranno essere collegati in modo da interrompere la fase.

Deviatori , pulsanti:

dovranno avere le medesime caratteristiche costruttive e di installazione degli interruttori luce, tenendo valide le prescrizioni del punto precedente.

50.58.15 Apparecchi illuminanti ordinari e di sicurezza

Ove non diversamente indicato dagli elaborati progettuali, sono previsti apparecchi illuminanti aventi grado di protezione almeno IP44 per i locali chiusi (uffici - all'interno) e IP 65-IP66 per l'esterno, per i manufatti contenenti liquidi (acqua o liquami) e per le avancamere di vasche e serbatoi. Potenza singolo punto luce: minimo 20 W – 1600 lumen

I corpi illuminanti proposti dovranno rispettare le seguenti caratteristiche minime:
Tecnologia Led;

corpo in policarbonato stampato ad iniezione, diffusore in policarbonato stampato ad iniezione stabilizzato ai raggi UV, riflettore in acciaio zincato verniciato bianco,
resistenza meccanica IK08,
dimensioni indicative 100x120x1200mm,
potenza totale 28W,
flusso luminoso 3119lm
UGR (Unified Glare Rating) - fattore di verifica della condizione di abbagliamento ≤ 19;
Appartenenza al Gruppo di Rischio Fotobiologico $RG_0$ (Rischio Esente) norma IEC62471;
Indice di Resa Cromatica C.R.I. superiore o uguale a 90;
Luce Fredda (Temperatura di Colore T ≥ 4000 K);
Efficienza Luminosa minima: 80 lm/W;
Mantenimento del flusso luminoso non inferiore a: L80/B20 per 50.000 ore;
Schermo piano;
Flicker < 20 %;
Assorbimento elettrico complessivo del singolo corpo illuminante comprensivo di alimentatore inferiore a 36 W (considerato al 100 % di regolazione del flusso in uscita);
Alimentazione elettrica monofase: V= 230 V, f= 50 Hz;
Fattore di potenza ≥ 0,9;
Classe energetica: A++
Grado di protezione del corpo illuminante:

- Grado di Protezione minimo: IP20 – IP 44 per interni (locali ad atmosfera controllata, uffici, ecc) – secondo voce di elenco prezzi e/o altri elaborati progettuali;
- Grado di Protezione minimo: IP44 – IP 65 per interni (locali umidi e locali tecnici) – secondo voce di elenco prezzi e/o altri elaborati progettuali;
- Grado di Protezione minimo: IP67 – IP 68 per esterni o vasche liquidi/liquami (vasche e serbatoi) – secondo voce di elenco prezzi e/o altri elaborati progettuali.

| ***Grado di Protezione*** | ***Proprietà*** |
|---|---|
| **IP20** | Il grado IP20 garantisce la protezione di corpi solidi maggiori di 12mm. Non permette la protezione contro la penetrazione di liquidi da gocce, vapori, o spruzzi in qualsiasi direzione. Inoltre il grado IP20 non deve permettere la penetrazione di corpi solidi come un dito. |
| **IP44** | Il grado IP44 garantisce la protezione di corpi solidi maggiori di 1mm. Permette la protezione contro la penetrazione di liquidi da gocce, vapori o spruzzi in qualsiasi direzione. Inoltre il grado IP44 non deve permettere la penetrazione di corpi solidi inferiori a 1mm e liquidi non deve danneggiare l'apparecchiatura. |
| **IP65** | Il grado IP65 garantisce la protezione totale alla penetrazione di corpi solidi, la penetrazione di liquidi da gocce, vapori, spruzzi e getti d'acqua in qualsiasi direzione. In questo grado di protezione, la penetrazione liquidi non deve danneggiare l'apparecchiatura. |
| **IP67** | Il grado IP67 garantisce la protezione totale alla penetrazione di corpi solidi e polveri, la protezione contro l'immersione in acqua momentanea per 30 minuti a 1 metro di profondità. |
| **IP68** | Il grado IP68 permette una protezione totale alla penetrazione di corpi solidi e polveri, contro l'immersione in acqua permanente a 1 metro di profondità. |

L'illuminazione led dovrà:

- garantire un illuminamento orizzontale medio $E_{hmedio}$=500Lux su tutta l'area disponibile del locale (considerando una zona margine di 0,5 m dalle pareti dei locali), ad un'altezza pari a quella della zona di lavoro (h=0,80m);
- garantire un Illuminamento Orizzontale medio su tutta la superficie disponibile del posto di lavoro pari a Ehlav ≥500Lux, ad un'altezza pari a quella del piano di lavoro (0,80 m);
- garantire un'uniformità di illuminamento su tutta l'area disponibile del locale(considerando una zona margine di 0,5 m dalle pareti dei locali) pari a $U_0$=0,60 ($U_0$ è il rapporto tra l'Illuminamento minimo $E_{min}$ e quello medio $E_{medio}$ sulla superficie esaminata).

Ove prevista: dimmerazione del flusso luminoso del gruppo di corpi illuminanti complessivamente presenti all'interno del singolo locale tramite DALI con regolazione del flusso tramite pulsante a rilascio da installarsi in scatola da parete (tipo 503); gli alimentatori ed il sistema di dimmeraggio dovranno pertanto essere in grado di gestire il controllo del numero massimo di corpi illuminanti presenti all'interno di ogni locale senza necessità di aggiungere ulteriori alimentatori o sistemi di controllo aggiuntivi rispetto agli alimentatori già a servizio delle lampade stesse.
Il corpo illuminante deve appartenere alla famiglia dei LED panel o dei lineari non continui idonei per installazione a sospensione e dovrà essere fornito completo di tutti gli accessori di fissaggio e staffaggio a soffitto e di completamento nonché di tutti gli accessori per il cablaggio elettrico e la dimmerazione (pulsanti esclusi);

Tutti i componenti dovranno essere certificati CE;
Tutti i componenti dovranno essere certificati ENEC o IMQ;
I corpi illuminanti dovranno avere una sezione rettangolare;
I corpi illuminanti dovranno avere un design compatto e lineare.

Il colore del corpo esterno dei corpi illuminanti dovrà essere bianco o grigio;
Dovrà essere utilizzata una sola tipologia di corpo illuminante per tutte le stanze/ punti di installazione;

Dovranno essere rispettati i criteri illuminotecnici ed elettrici definiti dalle Norme:
- UNI EN 12464: Illuminazione dei luoghi di lavoro in ambienti interni;
- CEI 64-08: Impianti Elettrici in Bassa Tensione;
- Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico n. 37 del 22 gennaio 2008.

Tutti gli apparecchi dovranno essere cablati e rifasati.
Le lampade di sicurezza autonome interne ai locali dovranno essere di tipo autoalimentato con batteria autonoma all'interno dell'apparecchio stesso. Le batterie dovranno garantire il funzionamento per oltre un'ora in caso di mancanza di tensione di rete. Dovranno garantire la completa ricarica in 12 h.

### 50.59 Bonifica degli ordigni bellici.

Ove non già eseguita l'attività di Bonifica sistematica preventiva o la verifica di interferenza con ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo, sono a carico dell'Impresa Appaltatrice tutti gli oneri derivanti dalla verifica preventiva della presenza di ordigni bellici lungo il tracciato delle opere (indagini tramite georadar, elettromagnetometro di superficie e di profondità o strumentazione analoga e relativa relazione di indagine) come richiesto dalla legge 1 ottobre 2012, n. 177.

In particolare è a carico dell'impresa la Ricerca ed individuazione eventuale interferenza con ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo da eseguirsi mediante apparecchiatura georadar e/o metal detector professionale, eventualmente integrata da altre attrezzature supplementari (elettromagnetometro, magnetometro, gradiometro, tomografia elettrica, ecc.), per una larghezza minima pari a 5 m in asse alla condotta e/o per una larghezza pari a quella dei manufatti + 3 m per ogni lato, per profondità minima pari a quella prevista per la posa della tubazione e/o realizzazione dei manufatti + 25 cm e redazione di relazione finale di certificazione di assenza o presenza del rischio ai sensi della legge 177/2012, del DM 82 del 11/05/2015 e del D. Lgs. 81/2008 (da consegnare al CSE prima dell'inizio dei lavori di scavo), con eventuale indicazioni delle aree a rischio in cui dovrà essere effettuata, a carico dell'Impresa Appaltatrice, la bonifica profonda, effettuata suddividendo le aree d'interesse in quadrati aventi il lato pari a m. 2,00 - 2,80, al centro dei quali, tramite trivellazioni non a percussione, vengono praticati dei fori capaci di contenere la sonda dell'apparato rilevatore".

La bonifica vera e propria (rimozione o brillamento dell'ordigno), in caso di rinvenimento di ordigni, esula invece dagli oneri dell'Impresa e deve essere eseguita dal Genio Militare Guastatori.

L'ambito normativo di riferimento per le attività di verifica ordigni bellici inesplosi nel sottosuolo ed eventuale Bonifica Bellica Sistematica Terrestre è il seguente:

- Determinazione 27 settembre 2001 dell'autorità per la vigilanza sui lavori pubblici pubblicata sulla G.U. serie generale n. 243 del 18 ottobre 2001.

- D. Lgs. 09 aprile 2008, n. 81 e ss.mm.ii. attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- D. Lgs. 15 marzo 2010 n. 66, codice dell'ordinamento militare – articolo 22 come modificato dal d. lgs. 24 febbraio 2012, n.20.

- Legge 1° ottobre 2012 n. 177, modifiche al decreto legislativo 09 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici.

- D.M. 11 maggio 2015 n. 82, regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177.

- D. Lgs. 18 aprile 201 n. 50, attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.

- D.M. 28 febbraio 2017, regolamento che disciplina l'organizzazione del servizio di bonifica del territorio nazionale da ordigni esplosivi residuati bellici e le connesse attività di sorveglianza e vigilanza, nonche' la formazione del personale appartenente al Ministero della difesa e alle imprese specializzate iscritte nell'apposito albo di cui al decreto 11 maggio 2015, n.82.

La legge 1 ottobre 2012, n. 177 “Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici”, ha introdotto l’obbligo della valutazione del rischio dovuto alla PRESENZA DEGLI ORDIGNI BELLICI INESPLOSI rinvenibili durante le attività di scavo in tutti i cantieri.

La legge è diventata esecutiva in concomitanza con l’entrata in vigore (11/07/2015) del DECRETO del Ministero Della Difesa 11 maggio 2015, n. 82 “Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell’idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177 (GU Serie Generale n.146 del 26-6-2015).

## Art. 51. CAPO IV° - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

### 51.1 Norme generali

Allo scopo di redigere gli stati di avanzamento lavori e di poter effettuare i pagamenti in acconto i lavori saranno computati e valutati secondo le unità sotto le quali sono iscritti nell'elenco prezzi e con misurazioni geometriche o di peso, escluso ogni altro metodo.

L'Impresa dovrà tempestivamente richiedere alla Direzione dei Lavori di misurare in contraddittorio quelle opere o somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare, come pure di procedere alla misurazione ed al peso di tutto ciò che deve essere misurato e posato prima di essere posto in opera.

Inoltre rimane convenuto che se talune quantità non fossero esattamente accertate per difetto di ricognizioni fatte a tempo debito, l'Impresa dovrà accettare la valutazione della Direzione dei Lavori e sottostare a tutte le spese e danni derivanti dalla tardiva ricognizione.

Le misure ed ogni opera devono corrispondere a quelle prescritte ed ordinate. Nel caso di eccesso si terrà come misura quella effettivamente ordinata.

Ferme le disposizioni del regolamento in materia di contabilizzazione e di pagamento del corrispettivo, per determinati manufatti il cui valore e' superiore alla spesa per la messa in opera i capitolati speciali possono stabilire anche il prezzo a pie' d'opera, e prevedere il loro accreditamento in contabilita' prima della messa in opera, in misura non superiore alla meta' del prezzo stesso.

Salva diversa pattuizione, all'importo dei lavori eseguiti e' aggiunta la meta' di quello dei materiali provvisti a pie' d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'appalto ed accettati dal direttore dei lavori, da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, ai prezzi di stima.
I materiali e i manufatti portati in contabilita' rimangono a rischio e pericolo dell'appaltatore, e possono sempre essere rifiutati dal direttore dei lavori ai sensi dell'articolo 18, comma 1.

Ove non espressamente indicato che la fornitura dei materiali o la loro posa in opera sono esclusi dalla voce di elenco prezzi, i prezzi delle lavorazioni che compaiono nell’elenco prezzi unitari si intendono comprensivi di fornitura dei materiali, di posa in opera o installazione e di ogni altro onere necessario per fornire l’opera finita a regola d’arte.

## 51.2 Scavi - demolizioni - rilevati

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate. All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse di progetto.
In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Resta inteso che, sia in trincea sia in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e del piazzale, come risulta dalla sezione tipo.

Con riferimento al trasporto dei materiali (a discarica o da cava), per «lotto» deve intendersi: il lotto autostradale, le singole strade di servizio, gli eventuali campi e cantieri; le quantità dei materiali movimentati faranno riferimento a tali tratte.

Per gli scavi e trincee occorrenti alla posa delle condotte, le sezioni trasversali saranno computate con le pareti aventi scarpa come indicato nei tipi di progetto, restando a tutto carico dell'Impresa i maggiori scavi eventualmente eseguiti ed i relativi reinterri e ripristini successivi in misura superiore a quella indicata nei tipi di progetto.
Essi saranno computati in base alle sezioni trasversali indicate nei disegni tipo di progetto, variabili a seconda del diametro interno delle condotte di fognatura o acquedotto e la profondità dello scavo. La larghezza del fondo scavo determinata secondo quanto indicato nei disegni e legata alle dimensioni delle tubazioni deve intendersi minima. Al volume determinato con la configurazione geometrica descritta si applicherà il prezzo fissato nell'elenco per tali scavi (in relazione alla natura del materiale scavato).

Per gli eventuali scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, palancole, ecc., sarà incluso nel volume di scavo per fondazione, computato come sopra detto, anche lo spazio occupato dalle palancole, estendendosi l'area di fondazione sino alla linea esterna delle palancole, e ciò a compenso del maggior scavo che dovrà praticarsi per la costruzione dei casseri e la posa delle filagne intorno a tali opere in legname.

Oltre agli obblighi particolari emergenti dal presente articolo e quelli prescritti nelle precedenti norme tecniche, coi prezzi di elenco degli scavi in genere, l'Impresa dovrà ritenersi compensata da tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di radici e ceppaie, scorticamento etc.;
- per taglio e scavo con qualsiasi mezzo manuale e meccanico delle materie sia asciutte che bagnate o in presenza di acqua e di qualsiasi natura e consistenza esse siano;
- per paleggiamenti, innalzamenti, carichi, trasporti trasversali o longitudinali e scarichi in rilevato o reinterro od a rifiuto, deposito temporaneo e successive riprese;
- per la formazione di tutti i rilevati e i rinterri di qualunque genere di importanza, tenendo conto di quanto specificato al precedente articolo;
- per lo smaltimento delle acque meteoriche o superficiali penetrate negli scavi;
- per il disfacimento di massicciata in macadam, in ciottolato etc., asfaltata, attraversate dagli scavi;

- per la regolarizzazione delle scarpate e pareti di scavo, per lo spianamento del fondo delle trincee, formazione di gradoni etc.;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere ed importanza, compresi gli sfridi, deterioramenti e perdite parziali o totali dei legnami e dei ferri impiegati;
- per impalcature, ponteggi e costruzioni provvisorie occorrenti per effettuare i trasporti delle materie di scavo, per passaggi attraversamenti;
- per quanto altro infine potrà occorrere per dare i lavori di scavo regolarmente compiuti.

51.2.1 Scavi

**Scavi in genere**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Società; l'Impresa potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che siano riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, limitatamente ai quantitativi necessari all'esecuzione delle opere appaltate e per quelle categorie di lavoro di cui è previsto l'impiego nel progetto. È fatta salva la facoltà riservata alla Direzione Lavori di cederli all'Impresa, addebbitandoglieli a norma del Capitolato Generale dello Stato approvato con D.P.R. 16.7.1962 n. 1063. Qualora però di detti materiali non esistesse la voce di reimpiego, questo potrà eventualmente essere desunto dai prezzi offerti dall'Impresa per le forniture di materiali a piè d'opera, diviso per il coefficiente 1,10.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi agli scavi in genere comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed inoltre:
- la perfetta sagomatura dei fossi, la sistemazione di banchine e cassonetti anche in roccia, la configurazione delle scarpate e dei cigli;
- il rinterro intorno alle murature e sopra le condotte, le fognature e i drenaggi;
- gli esaurimenti d'acqua (che saranno contabilizzati solo per gli scavi di fondazione considerati subacquei) compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge;
- le prove in laboratorio ed in sito per la verifica dell'idoneità dei materiali da reimpiegare.

Negli scavi in terra è compreso il disfacimento d'eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare, rinvenuti durante i lavori.

Saranno contabilizzati a parte soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a 1,00 m³, applicando a tali quantità gli articoli previsti dall'Elenco prezzi per gli scavi in roccia o per le demolizioni di murature, avendole detratte dagli scavi in terra.

**Scavi di sbancamento**

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.1. Si precisa che nel caso degli scavi di sbancamento per impianto d'opere d'arte, non sarà computato il riempimento a ridosso della muratura, gli eventuali drenaggi a tergo della stessa, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese sino a raggiungere la quota del preesistente terreno naturale.

**Scavo di fondazione**

Tali s'intendono quelli definiti dall'art. 4.2 o ad essi assimilabili.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento o del terreno naturale quando detto scavo di sbancamento non è effettuato.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata ma, in tal caso, non sarà computato il maggior volume, né degli scavi di fondazione né di quelli di sbancamento.

Solo nel caso che le pareti a scarpata siano ordinate dalla Direzione Lavori, saranno computati i maggiori volumi corrispondenti.

In ogni caso non sarà computato il riempimento a ridosso delle murature o degli eventuali drenaggi a tergo delle stesse, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese, sino a raggiungere la quota dei piani di sbancamento o del preesistente terreno naturale. Saranno individuati inoltre i volumi relativi alle classi di profondità indicate negli articoli d'Elenco prezzi ed a questi saranno applicate le maggiorazioni previste.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei, e come tali contabilizzati, solo se eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.
Qualora la Direzione Lavori ritenesse opportuno provvedere direttamente all'esaurimento delle acque mediante opere di deviazione o pompaggio, lo scavo sarà contabilizzato com'eseguito all'asciutto.
Si ribadisce quanto stabilito all'art. 4 delle presenti Norme in ordine alle competenze degli oneri per l'espletamento delle pratiche d'autorizzazione allo scarico nonché per i provvedimenti necessari all'eventuale trattamento delle acque.

### 51.2.2 Demolizioni

La demolizione di murature di qualsiasi genere e di strutture in conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, sarà computata a metro cubo del loro effettivo volume. La demolizione di gabbionate o di materassi in filo di ferro e pietrame sarà computata, sulla base degli effettivi volumi, utilizzando l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla demolizione di murature di qualsiasi genere. Tali articoli, che comprendono il trasporto a rifiuto presso discariche idonee alla ricezione dei materiali, si applicano anche per la demolizione entro terra fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.

La demolizione di fabbricati, di qualsiasi specie e genere, sarà invece computata a metro cubo vuoto per pieno, limitando la misura in altezza dal piano di campagna al livello della gronda del tetto; dovranno essere demoliti, oltre ai pavimenti del piano terreno, anche le fondazioni di qualsiasi tipo fino alla profondità indicata dalla Direzione Lavori.
Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati d'opere d'arte in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso sarà computato a metro cubo del loro effettivo volume.

Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

La demolizione integrale d'impalcati di cavalcavia in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, o a struttura mista in acciaio e conglomerato cementizio armato, su autostrada in esercizio, sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata in proiezione orizzontale.
Compreso l'allontanamento di tutti i materiali di risulta fuori delle pertinenze autostradali, restando il materiale riutilizzabile di proprietà dell'Impresa.

L'asportazione di strati di conglomerato cementizio ammalorato, sia mediante scalpellatura sia con l'impiego di macchine idrodemolitrici, sarà computato misurando lo spessore medio mediante rilievo su un reticolo di lato metri uno.

L'articolo dell'Elenco prezzi per le idrodemolizioni comprende anche gli oneri per l'approvvigionamento dell'acqua occorrente, per l'asportazione del materiale fresato e per la pulizia della superficie risultante.

La demolizione di fondazioni stradali e di pavimentazioni di conglomerato bituminoso sarà contabilizzata con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

Nel caso di demolizione parziale di strati di conglomerato bituminoso con impiego di macchina scarificatrice, dovrà essere computata la superficie effettiva per lo spessore medio ottenuto misurando la profondità di fresatura in corrispondenza dei bordi e del centro del cavo.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Le demolizioni di pavimentazioni, rivestimenti e tramezzi saranno computate a metro quadrato per la loro effettiva superficie.

Lo smontaggio di manti di copertura, compresa la rimozione dell'orditura portante, il trasporto a rifiuto del materiale non riutilizzabile e l'accatastamento di quello riutilizzabile nei depositi della Società, sarà computato a metro quadrato di proiezione orizzontale delle falde, qualunque sia la loro pendenza.

La rimozione di serramenti di porte e finestre sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva.
L'apertura di vani di porte sarà computata a metro quadrato di superficie effettiva, misurata nella luce del vano ultimato.

La spicconatura d'intonaci sarà computata a metro quadrato di superficie misurato vuoto per pieno, salvo la detrazione dei vani di superficie superiore a 4,00 m².

### 51.2.3 Preparazione del piano di posa

**Rilevati**

Gli articoli dell'Elenco prezzi per la preparazione del piano di posa dei rilevati comprendono tutte le lavorazioni ivi previste ed inoltre tutti gli oneri per controlli e prove indicati nelle Norme Tecniche.

Nel caso d'eventuale bonifica del piano di posa, il maggiore scavo, oltre lo spessore di 20 cm, per la rimozione del terreno vegetale, sarà contabilizzato a parte con il relativo articolo d'Elenco prezzi. In questo caso il compattamento del fondo scavo di scotico sarà eseguito sul fondo dallo scavo di bonifica.

**Sovrastruttura stradale in trincea**

Con l'articolo d'Elenco prezzi, relativo al compattamento del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea, applicato alla superficie del fondo di cassonetto, si intendono esauriti tutti gli oneri, le lavorazioni, i controlli e le prove delle presenti Norme Tecniche.

**Telo di tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene**

Computato a metro quadrato senza tenere conto delle sovrapposizioni longitudinali e trasversali fra i teli; tra gli oneri del relativo articolo d'Elenco prezzi è compresa anche la graffatura.

51.2.4 Formazione di rilevati, riempimenti di cavi e rilevati di precarico

La computazione del volume della fornitura dei materiali idonei per la formazione di rilevati, provenienti da cave di prestito, risulterà dalla differenza fra:
- il volume totale dei rilevati;
- la somma dei volumi degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei al reimpiego dalla Direzione Lavori e dei volumi di materiali di proprietà della Società prelevati da depositi e misurati in opera. Qualora il prelievo dei materiali di proprietà della Società avvenisse da parte dell'Impresa in ambito esterno ai confini di lotto, sarà riconosciuto alla stessa tramite l'applicazione del prezzo corrispondente, l'onere del carico, trasporto e scarico del materiale altrove prelevato. Detto materiale sarà computato dopo la messa in opera tra sezioni note.

Gli articoli, relativi alla formazione di rilevati, di riempimenti, di cavi e di rilevati di precarico comprendono tutti gli oneri previsti dalle presenti Norme ed in particolare:
- prove e sondaggi in laboratorio ed in sito per l'accertamento della idoneità dei materiali;
- l'ottenimento dei benestare da parte degli Enti competenti per l'apertura e la coltivazione delle cave, relativamente alla normativa emanata dalle singole Regioni;
- le indennità e/o i canoni relativi al prelievo dei materiali da aree appartenenti a privati, Enti Pubblici, Demanio, ecc.;
- l'apertura di nuove cave e la loro coltivazione, compresa la sistemazione a cavatura ultimata, sulla base dei progetti che la Società e/o la stessa Impresa dovranno redigere, anche in relazione alla normativa emanata dalle singole Regioni.

Nel caso che il progetto debba essere redatto dall'Impresa, dovrà essere sottoposto anche al preventivo benestare della Direzione Lavori.

Nel volume degli scavi da considerarsi agli effetti del bilancio delle terre, dovranno essere tenuti in evidenza anche i materiali provenienti dallo scoticamento del piano di posa dei rilevati, in quanto ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e utilizzati in tutto o in parte per la formazione della coltre vegetativa sulle scarpate.

I volumi relativi saranno determinati moltiplicando per 0,20 i metri quadrati contabilizzati con l'articolo relativo alla preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso si rendessero necessari volumi di terra vegetale per il rivestimento delle scarpate, eccedenti quelli provenienti dallo scotico del piano di posa dei rilevati, dagli scavi in genere e/o da depositi di materiali di proprietà della Società, la fornitura sarà garantita tramite l'utilizzo di materiale idoneo proveniente da cave di prestito, che sarà contabilizzata con l'articolo d'Elenco prezzi relativo alla fornitura di materiali idonei per la formazione di rilevati.

La computazione per la sistemazione in rilevato di materiali provenienti da cave, da scavi o da depositi, avverrà misurando il totale volume dei rilevati eseguiti secondo le norme indicate nelle presenti Norme per la formazione della sede dell'autostrada e delle deviazioni di strade statali, provinciali e comunali, nonché degli altri eventuali rilevati per i quali fossero ordinate operazioni analoghe.

Gli articoli dell'Elenco prezzi relativi alle sistemazioni sopracitate prevedono le operazioni, i controlli e le prove tutte prescritte nelle presenti Norme Tecniche.

Si precisa inoltre che nel computo dei volumi dei movimenti di materie, eseguito con il metodo delle sezioni ragguagliate, la sagoma nera è quella del terreno naturale riscontrata all'atto del rilievo, ciò perché lo scavo dello scotico ed il ripristino del piano di campagna saranno contabilizzati con l'articolo per la preparazione del piano di posa dei rilevati.

Nel caso, invece, di scavo di scotico avente una profondità maggiore dei 20 cm previsti dal relativo articolo, le quantità eccedenti saranno contabilizzate con gli articoli per scavi di bonifica e per riempimento dei medesimi mediante i materiali opportuni.
Le gradonature, da eseguirsi al di sotto del piano di scotico per la preparazione del piano di posa dei rilevati, sui terreni con pendenza maggiore del 20% (come prescritto dalle presenti Norme), saranno contabilizzate con l'articolo d'Elenco prezzi relativo allo scavo di sbancamento per gli scavi necessari alla realizzazione dei gradoni e con gli articoli relativi alla fornitura e sistemazione in rilevato per il riempimento dei medesimi.

Nel caso di rilevati misti, a ciascun strato si applicheranno i relativi articoli d'Elenco prezzi, sia per la fornitura sia per la sistemazione in rilevato, secondo il gruppo d'appartenenza delle terre.

La sistemazione in rilevato delle terre costituenti la coltre vegetale di rivestimento delle scarpate sarà contabilizzata con lo stesso articolo dell'Elenco prezzi applicato per il nucleo del rilevato.

L'articolo dell'Elenco prezzi per la sistemazione in rilevato si applicherà anche agli strati di sottofondazione posti in trincea; la preparazione del loro piano di posa, qualora ordinata, sarà contabilizzata con il relativo articolo di Elenco prezzi.
Dal computo dei volumi dei rilevati si detrarranno i volumi delle opere d'arte e dei materiali altrimenti contabilizzati.

Non saranno considerati i cedimenti del piano di posa dei rilevati inferiori a 15 cm, essendosi valutati i corrispondenti oneri nel formulare il relativo articolo.
Quando siano prevedibili cedimenti del piano di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestimetriche.

La posa in opera delle piastre e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno fatte a cura e spese dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori.
Saranno computati gli eventuali maggiori volumi di rilevato, fatta eccezione per quelli derivanti dai primi 15 cm di cedimento.
La sistemazione a riempimento di cavi e la formazione di rilevati di precarico saranno misurati in opera e contabilizzati con i relativi articoli di Elenco prezzi; analogamente la eventuale fornitura di materiali idonei provenienti da cave di prestito per il riempimento di cavi e per i rilevati di precarico, sarà misurata in opera dopo l'addensamento.

Il volume dei materiali, di proprietà della Società, prelevati da depositi, caricati, trasportati e scaricati a rilevato, sarà computato sul materiale misurato in opera dopo la compattazione.

Gli oneri per l'esecuzione dei rilevati di prova, eventualmente richiesti dalla Direzione Lavori, sono a carico dell'Impresa.

L'onere per la stabilizzazione a cemento del rilevato a tergo delle murature e la relativa fornitura del cemento troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco prezzi.

## 51.3 Murature in genere e conglomerati cementizi

### 51.3.1 Murature

Murature in genere: tutte le murature in genere, comprese le volte e le cupole, saranno computate in base a misure prese sul vivo dei muri, escluse le arricciature gli intonaci.

Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni magistero per la formazione di spalle, sguinci, mazzette, canne, spigoli, strombature, incassature, imposte di archi e piattabande, etc. I volumi da dedurre per vani porte e finestre e simili si computeranno moltiplicando la superficie netta del vano per lo spessore del muro, senza tenere conto dei maggiori vani per sguinci, battute, etc.

Le murature di qualunque genere esse siano, saranno misurate in base alle dimensioni previste in progetto od altrimenti prescritte dalla Direzione dei Lavori, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorchè invisibile, dipendente dal modo di esecuzione o dalle dimensioni del pietrame adoperato, oppure da eccessivi scavi di contenimento o da arbitrarie varianti dall'Impresa.

Tutte le murature in genere saranno computate geometricamente, a volume od a superficie, secondo le indicazioni contenute negli articoli di Elenco Prezzi, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m². Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc. in calcestruzzo anche armato, nonché di pietre naturali od artificiali, da contabilizzare con i relativi articoli di Elenco prezzi.
Altresì la muratura con lavorazione a «faccia vista», compresa la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia, sarà computata, a superficie effettiva di parete, con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Gli articoli di Elenco per le murature comprendono anche gli oneri sottoelencati:
- formazione di piattabande in muratura, spalle, pilastrini, mazzette, sguinci, strombature, incassature, ammorsature, canne, ecc.;
- esecuzione di murature a pianta curva, di volte, archi ecc.;
- fornitura e posa in opera di controtelai in legno abete nei vani di porte interne.

### 51.3.2 Conglomerati cementizi

I conglomerati cementizi, siano essi di fondazione od in elevazione, semplici od armati, normali o precompressi, saranno computati a volume con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, in base alle prescrizioni di cui alle precedenti Norme Tecniche, effettuando le misurazioni di controllo sul vivo, esclusi gli intonaci ove prescritti e dedotti i vani od i materiali di differente natura in essi compenetrati che dovranno essere contabilizzati con i relativi articoli previsti dall'Elenco prezzi. In ogni caso non si dedurranno i volumi del ferro d'armatura, dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a 0,20 m³ ciascuno, intendendosi con ciò compreso l'eventuale maggiore magistero richiesto, anche per la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte.

Le strutture d'impalcato alleggerite con vuoti saranno computate per il volume effettivo di calcestruzzo con la deduzione dei vuoti e le casseforme, in qualsiasi modo realizzate, saranno contabilizzate con i relativi articoli d'Elenco prezzi applicati all'intera superficie bagnata.

Gli articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche ed in particolare:
- la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, leganti, acqua, aggiunte minerali, additivi aeranti, fluidificanti, superfluidificanti, iperfluidificanti, acceleranti, ritardanti, ecc.); la mano d'opera, i ponteggi e le impalcature, le attrezzature e macchinari per la confezione, l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri, la sistemazione della carpenteria e delle armature metalliche, l'esecuzione dei getti da effettuare senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive; la vibrazione, la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ecc.; la necessità di coordinare le attività qualora la Società dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate; il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici di getto; le prove e i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme o prescritta dalla Direzione Lavori e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:
- le casseforme, salvo quelle occorrenti per murature in conglomerato cementizio con paramento in pietrame, magrone, conglomerato cementizio per opere di fondazione;
- le centinature ed armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di Elenco Prezzi;
- gli acciai di armatura;

che verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

È previsto inoltre che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K, l'Impresa non abbia diritto a nessun risarcimento, come pure non possa

richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

In merito alla valutazione della penale prevista, nel caso che la resistenza caratteristica riscontrata risultasse minore di non più del 10% rispetto a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato, ma il lotto non soddisfacente i requisiti, verrà decurtato del 15% del suo valore.
Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista.

Nessun indennizzo sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore di quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Le stesse modalità verranno applicate ai manufatti prefabbricati.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione o giunti speciali aperti a cuneo, secondo i tipi approvati dalla Direzione Lavori, l'onere relativo all'esecuzione della sede del giunto compreso quello di eventuali casseforme, s'intende compreso negli articoli di Elenco per le murature in genere ed i conglomerati cementizi.

Quando sia prevista in progetto o venga prescritta dalla Direzione Lavori la solidarizzazione in opera di travi prefabbricate di ponti e viadotti per la costituzione di impalcati continui, il relativo onere deve intendersi compreso nei prezzi di elenco delle singole lavorazioni relative alla costruzione degli impalcati stessi.

Nel caso di ripristino di elementi strutturali, la Direzione Lavori eseguirà in corso d'opera con la frequenza che riterrà opportuna le prove di controllo dei requisiti.

Qualora dalle prove eseguite risultassero valori inferiori di non più del 10% rispetto a quelli indicati nelle presenti Norme Tecniche o previsti in progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una verifica della sicurezza statica dell'elemento strutturale soggetto a ripristino/adeguamento.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo il materiale verrà accettato ma il valore della lavorazione verrà decurtata del 25% per tutte le superfici ed i volumi su cui si è operato e per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stata compensata.

Qualora i valori risultassero minori di oltre il 10% rispetto a quelli richiesti e nel caso in cui sussistano contemporaneamente più difetti, qualunque siano i valori di scostamento riscontrati rispetto alle previsioni progettuali, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla rimozione dei materiali già posti in opera ed al loro ripristino.

In caso si evidenziassero microfessure, se l'incidenza dell'area fessurata risulterà inferiore al 20% dell'area totale di intervento, verrà applicata su tali superfici o volumi, la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui è stato compensato il lavoro risultato non idoneo. Se l'incidenza dell'area fessurata sarà superiore al suddetto 20%, l'Impresa dovrà procedere, a sua cura e spese, alla rasatura e alla protezione della superficie con filmogeni, di tipologia da concordare con la Direzione Lavori, in accordo con il Progettista.

Le superfici risonanti a vuoto con il controllo al martello verranno verificate in contraddittorio e su di esse verrà applicata la penale del 25% per tutti i prezzi e sovrapprezzi con cui é stato compensato il lavoro risultato non idoneo, salvo richiesta della Direzione Lavori di far effettuare, a cura e spese dell'Impresa, le asportazioni ed il rifacimento del ripristino delle superfici risonanti.

Nel caso di sistemi protettivi filmogeni, qualora dalle prove eseguite, risultassero valori inferiori rispetto a quelli richiesti, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese alla sostituzione dei materiali già posti in opera.

In corso d'opera la Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido[8] della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'idonea graduazione secondo le specifiche dell'ASTM D 4414 (o D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 $m^2$ almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 $m^2$ almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di progetto. Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di progetto, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

## 51.4 Casseforme - Armature - Centinature - Varo travi prefabbricate

Casseforme, armature di sostegno, centinature e varo di travi prefabbricate saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli d'Elenco prezzi. Tali articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti ecc..

### 51.4.1 Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

### 51.4.2 Armature

Gli oneri per le armature di sostegno delle casseforme per getti in opera di conglomerato cementizio semplice od armato, normale o precompresso, per impalcati, piattabande e travate e quelle di sostegno delle centine

[8] Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina.

per archi o volte, di luce retta fino a 2,00 m, misurata al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, sono compresi negli articoli dell'Elenco Prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

Le armature di luce retta superiore a 2,00 m saranno computate per classi di luci, secondo le indicazioni contenute nei relativi articoli dell'Elenco prezzi.

La superficie dell'armatura di ciascuna luce sarà determinata in proiezione orizzontale misurandola in lunghezza, al piano d'imposta lungo l'asse mediano dell'opera, fra i fili interni dei sostegni ed in larghezza, normalmente all'asse mediano dell'opera, fra i fili esterni dell'impalcato.

Quando l'altezza media di ciascuna luce, misurata fra l'intradosso dell'opera (impalcato, piattabanda, travata, sostegno di centine d'archi o volte) ed il piano di campagna in corrispondenza dell'asse mediano dell'opera stessa superi l'altezza di 10 m, si determinerà l'incremento, previsto dagli articoli d'Elenco prezzi per le armature, applicando la maggiorazione in percentuale, per altezze medie delle armature superiori ai 10 m, tante volte quante sono le zone di 5 m eccedenti i primi 10 metri.
Saranno computate anche le armature di sostegno delle casseforme per il getto in opera di conglomerato cementizio di parti aggettanti dalle strutture in elevazione, quali ad esempio le orecchie delle spalle d'opere d'arte e gli sbalzi laterali delle pile.

In questi casi gli articoli saranno contabilizzati applicando quelli corrispondenti a luci convenzionali, uguali a due volte la lunghezza dello sbalzo (misurata lungo il suo asse mediano tra il filo d'incastro ed il filo esterno dello sbalzo stesso) e la superficie alla quale detto articolo dovrà essere applicato sarà quella determinata, in proiezione orizzontale, dalla lunghezza dello sbalzo, misurata come sopra e dalla larghezza misurata normalmente all'asse mediano dello sbalzo.

### 51.4.3 Attrezzature speciali autovaranti e autoportanti per l'esecuzione in opera d'impalcati di ponti e viadotti

Le attrezzature speciali autovaranti, per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza d'impalcati di ponti e viadotti, a cassone o a piastra, in c.a. o in c.a.p., anche a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la luce fra gli assi degli appoggi.

Le attrezzature speciali autoportanti, per l'esecuzione d'impalcati a cassone di ponti e viadotti in c.a.p. gettati in opera a sbalzo per conci successivi a sezione variabile, saranno computate a metro quadrato di proiezione dell'impalcato stesso, misurando la lunghezza degli sbalzi dal filo esterno della struttura di pila fino all'estremità libera o fino all'attacco con gli sbalzi adiacenti.

Nei relativi articoli dell'Elenco prezzi sono compresi tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni occorrenti; tra gli altri in particolare:
- eventuali diritti di brevetto;
- trasporto, montaggio in opera, smontaggio e ripresa delle attrezzature;
- il nolo d'attrezzature complementari (carri portaferro, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazioni, ponteggi ecc.);
- eventuali fermi conseguenti a specifiche modalità d'impiego.

L'applicazione degli articoli dell'Elenco prezzi per l'impiego delle attrezzature speciali autovaranti e autoportanti naturalmente esclude l'utilizzo degli articoli per gli altri tipi d'armature di sostegno e loro maggiorazioni, compresi quelli per eventuali armature di sostegno di casseforme all'interno dei cassoni stessi. Sono escluse soltanto le casseforme da contabilizzare a parte con i relativi articoli.

## 51.5 Acciaio per c.a. e c.a.p.

L'acciaio in barre per armatura di conglomerati cementizi sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.
Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico misurando lo sviluppo teorico di progetto d'ogni barra e moltiplicandolo per la corrispondente massa lineica nominale indicata nel prospetto IV della Norma UNI 6407/88.

Essendo equivalenti i diametri e le aree delle sezioni nominali delle barre nervate a quelli delle barre lisce, per la computazione sarà adottata per entrambi la medesima massa lineica nominale.
Per le barre d'acciaio zincato che non soddisfano i requisiti relativi alla prova di Preece per la determinazione dell'uniformità dello spessore dello zinco, sarà applicata una penale di 55 L/Kg (lire cinquantacinque a chilogrammo).

Nel caso che il materiale non risulti idoneo, sarà allontanato dal cantiere, a cura e spese dell'Impresa.
Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei fili componenti il cavo e per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

Il peso dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con il sistema a fili aderenti sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei fili, compreso tra le facce esterne delle testate della struttura, per il peso unitario dei fili, calcolato in funzione del loro diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

Il peso di trefoli o trecce di acciaio per strutture in c.a.p. sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio, per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio di 7,85 kg/dm³.

L'articolo di Elenco prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprende la fornitura dell'acciaio, tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera a perfetta regola d'arte ed inoltre:

a) per il sistema a cavi scorrevoli:
   la fornitura e posa in opera delle guaine, comprese le relative giunzioni con legature per mezzo di nastro adesivo; la fornitura e posa in opera dei ferri distanziatori dei cavi e di una spirale costituita da una treccia

di acciaio armonico del diametro di 6 mm avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80÷100 cm; le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo con nastro adesivo ad intervalli di 70 cm; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine dei cavi; le teste e le piastre di ancoraggio; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione di cavi e per il bloccaggio dei dispositivi;

b) per il sistema a fili aderenti:
la fornitura e posa in 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 ed i materiali necessari per la messa in tensione dei fili, per il bloccaggio degli stessi e per il taglio a stagionatura avvenuta della struttura, delle estremità dei fili non annegate nel conglomerato cementizio; la perfetta sigillatura con malta dosata a 300 kg di cemento per metro cubo di sabbia, delle sbrecciature nell'intorno dei fili tagliati sulla superficie delle testate della struttura;

c) per il sistema a barre:
eventuali diritti doganali e di brevetto; il trasporto; la fornitura e posa in opera di guaine, ancoraggi, manicotti ed accessori di ogni genere; la mano d'opera, i mezzi ed i materiali per la messa in tensione delle barre nonché per il bloccaggio dei dispositivi; le iniezioni di boiacca di cemento a ritiro compensato nelle guaine; ecc..

## 51.6 Manufatti metallici

I manufatti d'acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati secondo i relativi articoli d'Elenco prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura d'apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate nei disegni di progetto, è ammesso una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento); detta tolleranza non si applica nel caso d'appalti a corpo.

Se il peso effettivo sarà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo sarà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, sarà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto.

È pertanto esclusa la pesatura cumulativa d'elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono: la fornitura di tutti i materiali; la lavorazione secondo i disegni costruttivi; la posa ed il fissaggio in opera; la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine; la verniciatura secondo i cicli previsti; ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

Nel caso di manufatti di ponti e viadotti costituiti da acciai di tipo diverso, si determineranno preventivamente, sulla base delle distinte dei materiali sopracitate, le incidenze di ciascun tipo d'acciaio, da contabilizzare con i corrispondenti articoli d'Elenco.
Per i manufatti d'acciaio, sui materiali presenti in cantiere a piè d'opera, già verificati tecnologicamente, come dimensione e pesati a cura della Direzione Lavori, potrà essere corrisposto un acconto pari al 50% dell'importo determinato sulla base dei prezzi offerti dall'Impresa.
Le dimensioni e gli spessori dei manufatti da computare in metri quadrati di superficie effettiva dovranno essere corrispondenti ai disegni di progetto.

Se la superficie effettiva risulterà inferiore a quella teorica di progetto, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura; se invece la superficie effettiva risulterà superiore a quella teorica di progetto sarà computata solo quella teorica ferma restando la facoltà della Direzione Lavori di chiedere il rispetto dimensionale dei manufatti.

S'intendono comunque compresi nei relativi articoli d'Elenco prezzi gli oneri per: le lavorazioni quali, le forature, le saldature, le bullonerie, le piastre, i relativi sfridi, le opere murarie compresi i collegamenti strutturali e gli ancoraggi, anche con l'impiego di malta reoplastiche, le finiture con sabbiature di grado SA 2½ della SVENSK STANDARD SIS, la sgrassatura, la zincatura, la verniciatura secondo i cicli previsti.

Nel caso di manufatti di ferro per cancelli, cancellate e parapetti, sono compresi negli oneri le serrature e le ferramenta di manovra per i cancelli, i corrimano rivestiti di plastica per i parapetti.

## 51.7 Fondazioni stradali

Le fondazioni stradali saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza teorica di progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura ed a spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di progetto.
Il materiale fresco d'apporto per l'esecuzione di fondazioni in misto granulometricamente stabilizzato con materiali provenienti dalla demolizione d'esistenti fondazioni stradali sarà computato a volume, misurato a piè d'opera prima del compattamento.

## 51.8 Conglomerati bituminosi

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura saranno computati sulla base delle quantità effettivamente eseguite, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.

## 51.9 Opere in verde

La sistemazione superficiale del terreno coltivo delle aiuole sarà computata in base alla sua superficie effettiva.

La fornitura d'idoneo terreno vegetale sarà computata in base all'effettivo volume, misurato dopo l'assestamento.

Semine, idrosemine e rivestimenti di scarpate saranno computate per le effettive superfici trattate; i relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono tutti gli oneri attinenti alla preparazione del terreno, alla fornitura di tutti i materiali occorrenti quali: seme, fertilizzanti, materiale per il fissaggio e la protezione del seme, acqua, ecc.; il nolo della speciale attrezzatura di proiezione ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere necessario.

La fornitura e messa a dimora di piante prive di deformazioni, ferite, attacchi parassitari in corso o passati, con chioma ben ramificata, equilibrata e uniforme, devono avere le caratteristiche dettagliate nelle presenti Norme Tecniche; d'altezza, sviluppo e caratteristiche come specificate in progetto, compreso ogni onere, provvista e manutenzione.

Le forniture relative ai singoli taxon sono riferite, come specificato negli articoli d'Elenco prezzi, a piante arboree allevate e fornite in contenitore oppure fornite in zolla o a radice nuda.

Le dimensioni dei contenitori e/o delle zolle, nel caso in cui sia espressamente richiesta la fornitura in tale forma, dovranno essere proporzionate alle dimensioni delle singole piante.

Le zolle devono essere imballate, per non pregiudicarne la consistenza, con appositi involucri: juta, teli di plastica, ecc.; tali involucri di protezione dovranno essere imprescindibilmente rinforzati, qualora le singole piante superino altezze di 3,50 m, con rete metallica, con pellicola di plastica porosa o altro materiale equivalente.

Le piante fornite in contenitore devono avere l'apparato radicale completamente compenetrato in questo, tale cioè da non fuoriuscirne; l'apparato radicale deve in ogni modo presentarsi, sia in piante allevate in contenitore sia in zolla, ben accestito, ricco di ramificazioni, con capillizi freschi e sani ed esente da infestazioni patologiche in corso o passate.

Le piante arbustive di qualsiasi genere e di qualsiasi tipo di fornitura (radice nuda, zolla e contenitore) dovranno avere un minimo di 3 fusti al colletto.

La protezione di scarpate in trincea mediante stuoie o reti sarà computata in base all'effettiva superficie protetta, senza tenere conto delle sovrapposizioni dei teli.

I relativi articoli dell'Elenco prezzi comprendono anche le forniture, prestazioni ed oneri elencati nelle presenti Norme.

## 51.10 Pavimentazioni, vespai, pavimenti

### 51.10.1 Detriti di cava o ghiaia mista

Per la formazione del letto di posa di fondazioni stradali o di vespai, la fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato e lo strato di base in misto cementato: saranno computati a metro cubo misurati in opera dopo il compattamento.

51.10.2 La pavimentazione in cubetti di porfido

Sarà computata a metro quadrato d'effettiva superficie, intendendosi compresi nei relativi articoli oltre alla scarnitura e sigillatura dei giunti ed il successivo spandimento di sabbia per saturazione, tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme.

51.10.3 Le pavimentazioni per corsie di stazione

Saranno computate a metro quadrato d'effettiva superficie.
I relativi articoli d'Elenco prezzi comprendono anche la formazione e sigillatura dei giunti, la realizzazione d'incavi per la posa di spire magnetiche e tutti gli oneri previsti nelle presenti Norme. Solo escluso la fornitura e posa in opera dell'armatura in rete d'acciaio e la posa in opera di pedane e pedanine da contabilizzare con i relativi articoli d'Elenco prezzi.

51.10.4 Vespai e massetti

I vespai in ghiaia mista o detriti di cava e quelli a secco in scheggioni di pietra saranno computati a metro cubo d'effettivo volume misurato in opera dopo l'assestamento.

I vespai a camera d'aria e massetti di sottofondo ai pavimenti saranno computati a metro quadrato d'effettiva superficie.

## 51.11 Tubazioni, fognature, manufatti

51.11.1 Generalità

Gli articoli d'Elenco prezzi relativi alle varie tubazioni: per esalazioni, per scarichi e fognature, comprendono gli oneri per:
- la realizzazione dei giunti, compreso gli accessori quali collanti, manicotti, saldature, collari di presa, raccorderia, ecc.;
- la compenetrazione dei tubi maschio-femmina;
- tagli, sfridi, ecc..

Inoltre per le tubazioni:
**a) incassate nella muratura:** l'apertura e chiusura delle tracce ed eventuali fori per l'attraversamento di pareti e/o solai;
**b) a vista, staffettate alle strutture portanti:** i collari, le staffe d'ancoraggio che potranno essere saldate, imbullonate o inghisate alle strutture, compreso gli accessori di posa;
**c) interrate:** la selezione del materiale fino, la regolarizzazione del fondo scavo, la preparazione del letto di posa, il rivestimento ed il successivo reinterro con il materiale di risulta.

I pezzi speciali saranno computati ragguagliandoli al tubo di pari diametro, secondo le seguenti misure:
- 1,00 m per curve, gomiti e cappellotti terminali;
- 1,25 m per braghe semplici e giunti a squadra;
- 1,75 m per braghe doppie e giunti a croce;
- 6,00 m per braghe multiple e sifoni;

- 1,00 m del diametro minore per riduzioni.

51.11.2 Tubazioni

Saranno computate a metro di lunghezza effettiva di collettore fognario, compresi gli oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi. Non sono previsti quindi riconoscimenti economici all'Impresa per la sovrapposizione maschio-femmina in corrispondenza dei giunti.

51.11.3 Pozzetti

a) prefabbricati in c.a.v.:
   saranno computati a numero, compresi il collegamento con le tubazioni in entrata ed in uscita e tutti gli altri oneri previsti nei relativi articoli d'Elenco Prezzi.
b) con pareti in muratura:
   saranno computati a metro cubo vuoto per pieno; misurazione: in pianta sul filo esterno delle murature; in altezza dal piano di posa della platea di fondo alla sommità della muratura. L'articolo si applica limitatamente a pozzetti aventi volumi, valutati come sopra, compresi fra 2 e 4 m³. Compreso anche lo scavo; solo escluso la fornitura e posa in opera del chiusino da contabilizzare con l'articolo relativo.