

# COMUNE DI POLESINE ZIBELLO



Committente:

RIQUALIFICAZIONE PIAZZA BALESTRIERI POLESINE PARMENSE

CUP: E53D23022360004

Commessa:

Comune di Polesine Zibello  
Località Polesine Parmense  
Piazza Balestrieri

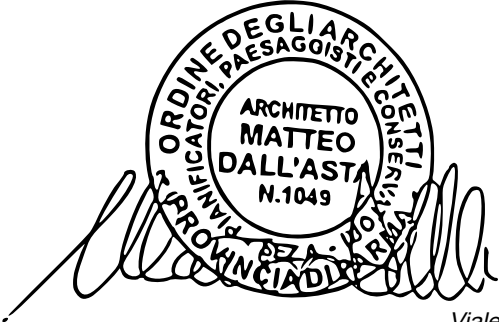
Localizzazione:

## PROGETTO ESECUTIVO

### CAPITOLATO DESCRITTIVO PRESTAZIONALE OPERE EDILI

Titolo:

|      |             |            |               |           |
|------|-------------|------------|---------------|-----------|
| 00   | Emissione   |            | dicembre 2023 | MDA       |
|      |             |            |               |           |
|      |             |            |               |           |
|      |             |            |               |           |
| Rev. | Descrizione | Int. Prot. | Red.          | Approvato |



arch. **MATTEO  
DALL'ASTA**

Viale Lombardia 1/A - 43121 - Parma  
arch.dallasta@gmail.com  
matteo.dallasta@archiworldpec.it  
+39 3406235942

Progettista:

**A  
CDP**

Tavola:

# **CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE**

## **SEZIONE OPERE EDILI**

## Sommario

### 1 PARTE PRIMA – CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE

#### premessa

##### 1.1.1 marcatura CE dei prodotti da costruzione

##### 1.1.2 pavimentazioni esterne

##### 1.1.3 sistemazioni esterne

### 2 PARTE SECONDA - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E SPECIFICHE TECNICHE

#### 2.1 accettazione dei materiali

#### 2.2 accettazione qualità ed impiego dei materiali e certificazioni di conformità

#### 2.3 provvista dei materiali

#### 2.4 sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali

#### 2.5 valutazione dei lavori. Condizioni generali

#### 2.6 acqua

#### 2.7 calci aeree

#### 2.8 calci idrauliche

#### 2.9 cementi

#### 2.10 pozzolane

#### 2.11 leganti idraulici

#### 2.12 ghiaia, pietrisco e sabbia

#### 2.13 malte

#### 2.14 conglomerati cementizi

#### 2.15 sigillanti, idrofughi, additivi

#### 2.16 mattoni

#### 2.17 legnami

#### 2.18 masselli in calcestruzzo

#### 2.19 cordoni, bocchette di scarico, risvolti, guide di risvolto, scivoli per accessi

#### 2.20 ciottoli da impiegare per i selciati

#### 2.21 manufatti prefabbricati di cemento / elementi costruttivi prefabbricati

#### 2.22 materiali ferrosi

##### 2.22.1 - acciai per cemento armato

##### 2.22.2 - profilati, barre e larghi piatti di uso generale

##### 2.22.3 - ghisa

#### 2.23 carpenteria metallica

#### 2.24 tubazioni

##### 2.24.1 tubi di acciaio

##### 2.24.2 tubi di cemento

##### 2.24.3 tubi di pvc per cavidotti non interrati

##### 2.24.4 tubi di pvc per condotte di scarico interrate

##### 2.24.5 tubi di pe ad alta densità

##### 2.24.6 tubi drenanti in pvc

##### 2.24.7 tubazioni di gres

#### 2.25 pozzetti

##### 2.25.1 pozzetti di ispezione per fognature

##### 2.25.2 pozzetto prefabbricato di raccordo per fognature

#### 2.26 caditoie stradali

#### 2.27 griglie e chiusini per pozzetti e caditoie stradali

#### 2.28 materiali per giunzioni

#### 2.39 pavimentazioni esterne

### 3 PARTE TERZA - MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

- 3.1 norme generali per l'esecuzione dei lavori
- 3.2 difetti di costruzione
- 3.3 verifiche tecniche ed accertamenti di laboratorio
- 3.4 verifiche nel corso di esecuzione dei lavori
- 3.5 tracciamenti – sondaggi – occupazioni di suolo pubblico
- 3.6 demolizione e/o rimozione di strutture in calcestruzzo semplice,armato e/o precompresso
  - 3.6.1 prescrizioni
  - 3.6.2 demolizione controllata
  - 3.6.3 impianti di riciclaggio mobili e fissi
- 3.7 scarificazione di pavimentazioni esistenti
- 3.8 movimentazione delle terre in genere
- 3.9 scavi in genere
- 3.10 scavi
- 3.11 scavi e reinterri – modalità esecutive
- 3.12 scavi di sbancamento
- 3.13 scavi di fondazione (scavi a sezione obbligata)
- 3.14 rilevati e riempimenti
- 3.15 armatura delle pareti di scavo
- 3.16 reinterri e rilevati compattati
- 3.17 rilevati eseguiti con terre a bassa permeabilità
- 3.18 drenaggi e fognature
  - 3.18.1 casseri, armature per opere in cemento armato
  - 3.18.2 casseforme per getti di calcestruzzo
  - 3.18.3 trasporto stoccaggio e movimento degli elementi prefabbricati in c.a.
  - 3.18.4 trasporto degli elementi
  - 3.18.5 sollevamento degli elementi prefabbricati - norme generali
- 3.19 ponteggi – strutture di rinforzo
- 3.20 sistemi di pulitura dei materiali
- 3.21 norme generali per tubazioni e manufatti per impianti fognanti
  - 3.21.1 progetto costruttivo
  - 3.21.2 giunzioni in genere
  - 3.21.3 rinterro dei cavi
  - 3.21.4 pozzetti di ispezione
  - 3.21.5 pozzetti di scarico
  - 3.21.6 vasche per impianti
- 3.22 tubazioni in pvc
  - 3.22.1 prescrizioni per l'accettazione del materiale
  - 3.22.2 trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi
  - 3.22.3 carico e scarico
  - 3.22.4 accatastamento
  - 3.22.5 raccordi ed accessori
  - 3.22.6 giunzioni e pezzi speciali
  - 3.22.7 pezzi speciali
  - 3.22.8 collegamenti speciali
  - 3.22.9 profondità della trincea
  - 3.22.10 letto di posa
  - 3.22.11 riempimento
- 3.23 tubazioni in polietilene per reti in pressione
- 3.24 tubi in conglomerato cementizio autoportante
  - 3.24.1 definizione
  - 3.24.2 forme
  - 3.24.3 armature metalliche
  - 3.24.4 provenienza dei tubi
  - 3.24.5 prova a schiacciamento e compressione

- 3.25 interferenze tra le condotte
- 3.26 posa in opera e collaudo di tubazioni acqua in polietilene - modalità esecutive
- 3.27 pulizia di fognature - misurazione delle prestazioni - modalità di esecuzione
- 3.27.1 pulizia della rete fognaria
- 3.28 chiusini per pozzetti d'ispezione e caditoie
- 3.29 manufatti per canalizzazioni e reti
- 3.30 calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture
- 3.31 casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione
- 3.32 fondazioni e ca per le stesse
- 3.33 impianto di scarico acque meteoriche
- 3.34 collocamento in opera
  
- 3.50 lavori vari
- 4 PARTE QUARTA - VALUTAZIONE DEI LAVORI
- 4.1 opere edili in genere
- 4.2 opere di finitura in genere

## **1 PARTE PRIMA – CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE**

### **1.1 PREMESSA**

Il progetto esecutivo in esame prevede la realizzazione di tutti i lavori e forniture necessari alla riqualificazione di piazza Balestrieri Polesine.

Dovranno essere rispettate, anche ove non espressamente indicato, tutte le norme vigenti inerenti i materiali e le relative lavorazioni, indicati nel presente Capitolato tecnico prestazionale.

#### **1.1.1 MARCATURA CE DEI PRODOTTI DA COSTRUZIONE**

Si dovranno rispettare la Direttiva Europea CEE 89/106 ed il decreto di recepimento in Italia (D.P.R. 21.4.1993, n. 246), in materia di prodotti da costruzione; tutti i prodotti da costruzione di nuova fabbricazione, per poter essere utilizzati in cantiere, dovranno avere la certificazione CE, nessuno escluso.

#### **1.1.2 PAVIMENTAZIONI ESTERNE**

Le pavimentazioni esterne, i percorsi pedonali, saranno in luserna in spessori indicati nel CME ed elaborati grafici, una porzione di via delle Rimembranze sarà invece in porfido a cubetti.

Dovranno inoltre preventivamente essere effettuate le necessarie opere di sbancamento, rimozione delle eventuali pavimentazioni ove presenti, sistemati i pozzetti in c.a./caditoie per sottoservizi con relativi coperchi/chiusini, le tubazioni in pvc per la rete fognaria, realizzati i sottofondi in stabilizzato.

#### **1.1.3 SISTEMAZIONI ESTERNE**

Verranno fornite ed installate panchine in c.a con luce integrata, oltre a dissuasori a palo sul perimetro della piazza e due pali per illuminare il monumento centrale della piazza.

## **2 PARTE SECONDA - ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E SPECIFICHE TECNICHE**

### **2.1 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia e degli altri atti contrattuali. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato generale emanato con D.M. 145/00 ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n.109, successive modifiche, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione. Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Impresa dovrà presentare con sollecitudine, se richiesto, adeguate campionature, ottenendo l'approvazione del Direttore dei lavori.

I materiali e i prodotti per uso strutturale, in applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008, devono essere:

- identificati mediante la descrizione a cura del fabbricante del materiale stesso e dei suoi componenti elementari;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante controllo delle certificazioni di cui al punto precedente e mediante le eventuali prove sperimentali di accettazione previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- a) dalle prescrizioni di carattere generale del presente Capitolato;
- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato.

Resta, comunque, contrattualmente stabilito che tutte le specificazioni o modifiche prescritte nei modi suddetti fanno parte integrante del presente Capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza purchè, ad insindacabile giudizio del Direttore dei lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Impresa è obbligata a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dal Direttore dei lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonchè sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

L'Impresa farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche richieste dalle specifiche contrattuali ed eventualmente accertate dal Direttore dei lavori.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare le modalità o i punti di approvvigionamento, l'Impresa sarà tenuta alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Impresa resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la stazione appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo provvisorio.

## **2.2 ACCETTAZIONE QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI E CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ**

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonchè a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al Laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto.

Si richiamano le indicazioni e le disposizioni dell'articolo 15 del capitolato generale d'appalto (D.M. LL.PP. n. 145/2000). Qualora nelle somme a disposizione riportate nel quadro economico del progetto esecutivo non vi fosse l'indicazione o venga a mancare la relativa disponibilità economica a seguito dell'affidamento dei lavori, le relative spese per gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche previste dal presente capitolato si dovranno intendere a completo carico dell'Impresa appaltatrice. Tale disposizione vale anche qualora l'importo previsto nelle somme a disposizione non sia sufficiente a coprire per intero le spese per accertamenti e verifiche di laboratorio, pertanto in questo caso l'Impresa esecutrice dei lavori dovrà farsi carico della sola parte eccedente alla relativa copertura finanziaria.

## **2.3 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, purchè 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.

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purchè ad insindacabile giudizio della D.L. siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

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.

## **2.4 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori può prescrivere uno diverso, ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.

Nel caso di cui al paragrafo precedente, 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 ai sensi degli articoli 136 e 137 del Regolamento.

Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, l'appaltatore non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione del responsabile Unico del procedimento. In tal caso si applica l'articolo 16, comma 2 del capitolato generale (D.M.LL.PP. n. 145/2000).

## **2.5 VALUTAZIONE DEI LAVORI. CONDIZIONI GENERALI**

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto della normativa generale e particolare già citata.

I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa, di carattere economico, che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti per motivi legati ad una superficiale valutazione del progetto da parte dell'appaltatore.

Le eventuali varianti che comportino modifiche al progetto dovranno essere ufficialmente autorizzate dal direttore dei lavori, nei modi previsti dall'articolo 25 della legge 109/94 e successive modificazioni e contabilizzate secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, nella categoria delle variazioni in corso d'opera, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti, su richiesta del direttore dei lavori, a totale carico e spese dell'appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti e comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa effettuata anche in fasi o periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'appaltatore.

Le norme riportate in questo articolo si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a corpo) e che saranno, comunque, verificati in contraddittorio con l'appaltatore nei modi previsti; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato contrattualmente individuato dai documenti che disciplinano l'appalto.

## **2.6 ACQUA**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Nel caso in cui si rendesse necessario, dovrà essere trattata per permettere un grado di purità adatta all'intervento da eseguire, oppure additivata per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche con produzione di sostanze pericolose.

In particolare, l'acqua per impasto dei calcestruzzi e delle malte dovrà rispondere ai requisiti di cui alle Norme tecniche di esecuzione vigenti, emanate in conformità al disposto di cui all'art. 21 della Legge 05.11.1971, n. 1086 - "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica". In merito si veda il D.M. 14/01/2008 e s.m.i. .

## **2.7 CALCI AEREE**

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In base alla legge 16 novembre 1939 n. 2231, "Norme per l'accettazione delle calci", capo I (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000). le calci aeree si dividono in:

calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, e il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;

calce magra in zolle e il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).

calce idrata in polvere e il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO.

Per le calci aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

| CALCI AEREE             |                             | Contenuto in CaO + MgO | Contenuto in umidità | Contenuto in carboni e impurità |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Calce grassa in zolle   |                             | 94%                    |                      |                                 |
| Calce magra in zolle    |                             | 94%                    |                      |                                 |
| Calce idrata in polvere | Fiore di calce              | 91%                    | 3%                   | 6%                              |
|                         | Calce idrata da costruzione | 82%                    | 3%                   | 6%                              |

e dovranno rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

| CALCI AEREE             | Rendimento in grassello | Residuo al vaglio da 900 | Residuo al vaglio da 4900 | Prova di stabilità di volume |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Calce grassa in zolle   | 2,5 m <sup>3</sup> /t   |                          |                           |                              |
| Calce magra in zolle    | 1,5 m <sup>3</sup> /t   |                          |                           |                              |
| Calce idrata in polvere | fiore di calce          | 1%                       | 5%                        | sì                           |
|                         | calce da costruzione    | 2%                       | 15%                       | sì                           |

## 2.8 CALCI IDRAULICHE

Le calci impiegate devono avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante norme per l'accettazione delle calci. Le calci idrauliche si dividono in:

calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;

calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;

calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;

calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

## 2.9 CEMENTI

Fornitura

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

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi devono essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

Marchio di conformità



L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;  
ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;  
numero dell'attestato di conformità;  
descrizione del cemento;  
estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

## **2.10 POZZOLANE**

Le pozzolane provengono dalla disgregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico dovranno rispondere ai requisiti riportati nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico".

## **2.11 LEGANTI IDRAULICI**

Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965). Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

I leganti idraulici si distinguono in:

Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

D.I. 9.3.1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965).

Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

D.M. 31.8.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

## **2.12 GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA**

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi del DM 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i., dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Le dimensioni della ghiaia o del pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche dell'opera da eseguire, dal copriferro e dall'interferro delle armature.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.

L'Impresa dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto, sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione lavori.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953.

Si definisce:

pietrisco, il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334;

pietrischetto, il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;

graniglia, il materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;

sabbia, il materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;

additivo (filler), il materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 93/82.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. – B.U. n. 139/92.

Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

## **2.13 MALTE**

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Pur non essendo previste opere in muratura o simile, al fine di un loro possibile utilizzo nelle assistenze o quant'altro, si ricorda che di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg. 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

## **2.14 CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nel D.M. 17 gennaio 2018 e relativa Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, deve essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. Il loro impiego, in ogni caso, dovrà essere autorizzato dalla D.L., ma il loro costo è comunque ricompreso nel prezzo unitario della voce cls., salvo diversa indicazione

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 9858 che precisa le specifiche tecniche dei materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione e le proprietà del calcestruzzo fresco e indurito. Fissa inoltre i metodi per la verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità.

Le opere sono descritte dal punto di vista degli aspetti connessi alla loro durabilità in relazione alle loro condizioni d'uso, facendo particolare riferimento al seguente quadro normativo:

UNI EN 206-1 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

La classe di resistenza del calcestruzzo è quindi definita in relazione ai requisiti maggiormente penalizzanti tra quelli connessi allo stato di sollecitazione e quelli correlati all'aggressività dell'ambiente.

Per ulteriori informazioni si rimanda al progetto esecutivo d'appalto.

#### CONTROLLI SUI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto nel D.M. 17 gennaio 2018 e relativa Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto decreto e relativa circolare.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari (vedere capitolo 11 del DM 17/01/2018).

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette, da effettuarsi presso laboratorio specializzato, accettato dalla Direzione Lavori, avverranno al momento della posa in opera dei casseri, secondo le modalità previste nel capitolo 11 del DM 17.01.2018.

## 2.15 SIGILLANTI, IDROFUGHI, ADDITIVI

### a. Sigillanti

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e la ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo preformato o non preformato, questi ultimi a media consistenza (mastici) o ad alta consistenza.

Nel tipo preformato i sigillanti saranno in genere costituiti da nastri, strisce e cordoni non vulcanizzati o parzialmente vulcanizzati. Nel tipo non preformato a media consistenza saranno in genere costituiti da prodotti non vulcanizzati di tipo liquido (autolivellanti) o pastoso (a diverso grado di consistenza o sigillanti ad alto recupero elastico (elastomerici) e sigillanti a basso recupero (elastoplastici e plastici):

Caratteristiche comuni saranno comunque la facilità e possibilità d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente: +5/+40°C), la perfetta adesività, la resistenza all'acqua, all'ossigeno ed agli sbalzi di temperatura, la resistenza all'invecchiamento e, per i giunti mobili, anche ai fenomeni di fatica. In rapporto alle prestazioni poi, potranno essere distinti in

### b. Idrofughi

Qualunque fosse la composizione chimica (fluati, soluzioni saponose, ecc.) dovranno conferire alle malte cui verranno addizionati efficace e duratura idrorepellenza senza peraltro alterare negativamente le qualità fisico-meccaniche delle stesse. Dovranno altresì lasciare inalterati i colori nonché, per intonachi cementizi a contatto con acque potabili, non alterare in alcun modo i requisiti di potabilità.

Gli idrofughi saranno approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione del tipo, dei modi d'impiego e della Ditta produttrice.

### c. Additivi

Gli additivi per calcestruzzi e malte, a qualunque tipo appartengano (fluidificanti, aeranti, acceleranti, antigelo, ad azione combinata), dovranno essere conformi alla specifica normativa UNI, come riportato dall'art. precedente, nonché a quanto prescritto nel D.M. 14 febbraio 1992.

Gli additivi dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche del calcestruzzo o della malta (lavorabilità, resistenza, impermeabilità, uniformità, adesione, durabilità) e dovranno essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di Laboratorio Ufficiale, la conformità del prodotto ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

## 2.16 MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili

od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti. I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'allegato 7 del D.M. 9 gennaio 1996.

Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Min. LL.PP. 20 novembre 1987.

### **2.17 LEGNAMI**

I legnami, da impiegare in opere stabili e provvisorie, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni riportate dal D.M. 30 ottobre 1972.

### **2.18 MASSELLI IN CALCESTRUZZO**

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87.

### **2.19 CORDONI, BOCCHETTE DI SCARICO, RISVOLTI, GUIDE DI RISVOLTO, SCIVOLI PER ACCESSI**

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma e dimensioni limite che verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

### **2.20 CIOTTOLI DA IMPIEGARE PER I SELCIATI**

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati. N.B. non saranno accettati ciottoli di colore differente dal grigio, nelle pavimentazioni non dovranno essere presenti intrusioni con colori non uniformi.

### **2.21 MANUFATTI PREFABBRICATI DI CEMENTO / ELEMENTI COSTRUTTIVI PREFABBRICATI**

#### **-Generalità**

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente e operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del conglomerato cementizio, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito. Gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, secondo quanto indicato nel presente articolo.

#### **-Requisiti minimi degli stabilimenti e degli impianti di produzione**

Il processo di produzione degli elementi costruttivi prefabbricati, oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 gennaio 2008, deve essere caratterizzato almeno da:

impianti in cui le materie costituenti siano conservate in sili, tramogge e contenitori che ne evitino ogni possibilità di confusione, dispersione o travaso;

dosaggio a peso dei componenti solidi e dosaggio a volume o a peso dei soli componenti liquidi, mediante utilizzo di strumenti rispondenti alla normativa vigente;

organizzazione mediante una sequenza completa di operazioni essenziali in termini di produzione e controllo;

organizzazione di un sistema permanente di controllo documentato della produzione; rispetto delle norme di protezione dei lavoratori e dell'ambiente.

#### **-Controllo di produzione**

Gli impianti per la produzione del calcestruzzo destinato alla realizzazione di elementi costruttivi prefabbricati, disciplinati dalle Norme tecniche per le costruzioni, devono essere idonei a una produzione continua, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Il produttore di elementi prefabbricati deve dotarsi di un sistema di controllo della produzione, allo scopo di 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 iso 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/TEC 17021.

Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili.

#### **-Controllo sui materiali per elementi di serie**

I controlli sui materiali dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

Per il calcestruzzo impiegato con fini strutturali nei centri di produzione dei componenti prefabbricati di serie, il direttore tecnico di stabilimento dovrà effettuare il controllo continuo del conglomerato secondo le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni, operando con attrezzature tarate annualmente da uno dei laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il tecnico suddetto provvederà alla trascrizione giornaliera dei risultati su appositi registri di produzione con data certa, da conservare per dieci anni da parte del produttore.

Detti registri devono essere disponibili per i competenti organi del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici (servizio tecnico centrale), per i direttori dei lavori e per tutti gli aventi causa nella costruzione.

Le prove di stabilimento dovranno essere eseguite a 28 giorni di stagionatura e ai tempi significativi nelle varie fasi del ciclo tecnologico, secondo le modalità delle norme vigenti e su provini maturati in condizioni termogrometriche di stagionatura conformi a quelle dei manufatti prefabbricati prodotti.

La resistenza caratteristica dovrà essere determinata secondo il metodo di controllo di tipo B e immediatamente registrata.

Inoltre, dovranno eseguirsi controlli del calcestruzzo a 28 giorni di stagionatura, presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, per non meno di un prelievo ogni cinque giorni di produzione effettiva per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo. Tali risultati dovranno soddisfare il controllo di tipo A, operando su tre prelievi consecutivi, indipendentemente dal quantitativo di calcestruzzo prodotto.

Sarà cura del direttore tecnico dello stabilimento annotare sullo stesso registro i risultati delle prove di stabilimento e quelli del laboratorio esterno.

Infine, il tecnico abilitato dovrà predisporre periodicamente, almeno su base annua, una verifica della conformità statistica dei risultati dei controlli interni e di quelli effettuati da laboratorio esterno, tra loro e con le prescrizioni contenute nelle vigenti norme tecniche per le costruzioni.

#### -Controllo di produzione di serie controllata

Per le produzioni per le quali è prevista la serie controllata, è richiesto il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione da parte del servizio tecnico centrale, secondo le procedure della qualificazione della produzione controllata.

#### -Prove di tipo iniziali per elementi di serie controllata

La produzione in serie controllata di componenti strutturali deve essere preceduta da verifiche sperimentali su prototipi eseguite da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, appositamente incaricato dal produttore.

#### -Marcatura

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie deve essere appositamente contrassegnato da marcatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e dello stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell'elemento.

Inoltre, per manufatti di peso superiore a 8 kN, dovrà essere indicato in modo visibile, per lo meno fino all'eventuale getto di completamento, anche il peso dell'elemento.

#### -Procedure di qualificazione

La valutazione dell'idoneità del processo produttivo e del controllo di produzione in stabilimento, nonché della conformità del prodotto finito, è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata. I produttori di elementi prefabbricati di serie devono procedere alla qualificazione dello stabilimento e degli elementi costruttivi prodotti trasmettendo, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001, idonea documentazione al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il servizio tecnico centrale ha facoltà, anche attraverso sopralluoghi, di accertare la validità e la rispondenza della documentazione, come pure il rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni.

#### -Qualificazione dello stabilimento

Il riconoscimento dello stabilimento e il presupposto per ogni successivo riconoscimento di tipologie produttive.

La qualificazione del sistema organizzativo dello stabilimento e del processo produttivo deve essere dimostrata attraverso la presentazione di idonea documentazione, relativa alla struttura organizzativa della produzione e al sistema di controllo in stabilimento.

Nel caso in cui gli elementi costruttivi siano prodotti in più stabilimenti, la qualificazione deve essere riferita a ciascun centro di produzione.

#### -Qualificazione della produzione in serie dichiarata

Tutte le ditte che procedono in stabilimento alla costruzione di manufatti prefabbricati in serie dichiarata, prima dell'inizio di una nuova produzione devono presentare apposita domanda al servizio tecnico centrale della presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Tale domanda deve essere corredata da idonea documentazione, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001 e di quanto indicato per la qualificazione dello stabilimento.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale rilascerà apposito attestato di qualificazione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'attestato è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità. Qualificazione della produzione in serie controllata

Oltre a quanto specificato per la produzione in serie dichiarata, la documentazione necessaria per la qualificazione della produzione in serie controllata dovrà comprendere la documentazione relativa alle prove a rottura su prototipo e una relazione interpretativa dei risultati delle prove stesse.

Sulla base della documentazione tecnica presentata, il servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, rilascerà apposita autorizzazione alla produzione, avente validità triennale.

Tale attestato, necessario per la produzione degli elementi, sottintende anche la qualificazione del singolo stabilimento di produzione.

L'autorizzazione è rinnovabile su richiesta, previa presentazione di idonei elaborati, relativi all'attività svolta e ai controlli eseguiti nel triennio di validità.

#### -Sospensioni e revoche

E' prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca degli attestati di qualificazione in serie dichiarata o controllata, ove il servizio tecnico centrale accerti, in qualsiasi momento, difformità tra i documenti depositati e la produzione effettiva, ovvero la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica.

I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal servizio tecnico centrale, sentito il parere del Consiglio superiore dei lavori pubblici, sono atti definitivi.

#### -Documenti di accompagnamento della fornitura. Verifiche del direttore dei lavori

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata da una specifica documentazione, la cui conservazione è a cura del direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti. Tale documentazione comprende:

apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del D.P.R. n. 380/2001. Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera; apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;

le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti.

elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti, che dovranno essere consegnati dal direttore dei lavori al committente, a conclusione dell'opera;

certificato di origine firmato dal direttore tecnico responsabile della produzione e dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore. Il certificato, che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il servizio tecnico centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;

attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;

documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 65 del D.P.R. n. 380/2001.

Il direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati con la marcatura prevista.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al direttore dei lavori gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal progettista e dal direttore tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

destinazione del prodotto;

requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;

prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;

prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;

tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

**-Norme complementari relative alle strutture prefabbricate**

Per manufatti o elementi prefabbricati di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Per manufatti di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica.

Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e di prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

**-Prodotti prefabbricati non soggetti a marcatura CE**

Per gli elementi strutturali prefabbricati, quando non soggetti ad attestato di conformità secondo una specifica tecnica elaborata ai sensi della direttiva 89/106/cee (marcatura CE) e i cui riferimenti sono pubblicati sulla G.U.U.E., sono previste due categorie di produzione:

serie dichiarata;

serie controllata.

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/cee, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti a un sistema di controllo della produzione, e i produttori di componenti occasionali - in serie dichiarata e in serie controllata - devono, altresì, provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nelle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

**-Prodotti prefabbricati in serie**

Rientrano tra i prodotti prefabbricati in serie:

i componenti di serie per i quali è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086;

i componenti per i quali è stata rilasciata la certificazione di idoneità ai sensi degli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 74, n. 64;

ogni altro componente prodotto in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

**-Prodotti prefabbricati in serie dichiarata**

Rientrano in serie dichiarata i componenti di serie che, pur appartenendo a una tipologia predefinita, vengono progettati di volta in volta su commessa per dimensioni e armature (serie tipologica).

Per le tipologie predefinite il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione di cui al paragrafo 11.8 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto tipo presso il servizio tecnico centrale del Ministero delle infrastrutture.

Per ogni singolo impiego delle serie tipologiche, la specifica documentazione tecnica dei componenti prodotti in serie dovrà essere allegata alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia.

Rientrano altresì in serie dichiarata i componenti di serie costituiti da un tipo compiutamente determinato, predefinito in dimensioni e armature sulla base di un progetto depositato (serie ripetitiva).

Per ogni tipo di componente o per ogni famiglia omogenea di tipi, il produttore dovrà provvedere, nell'ambito delle modalità di qualificazione della produzione secondo le Nuove norme tecniche per le costruzioni, al deposito della documentazione tecnica relativa al processo produttivo e al progetto specifico presso il servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Per ogni singolo impiego delle serie ripetitive, sarà sufficiente allegare alla documentazione progettuale depositata presso l'ufficio regionale competente, ai sensi della vigente legislazione in materia, gli estremi del deposito presso il servizio tecnico centrale.

#### **-Prodotti prefabbricati in serie controllata**

Per serie controllata si intende la produzione di serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per la serie dichiarata, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo permanente della produzione.

Devono essere prodotti in serie controllata:

i componenti costituiti da assetti strutturali non consueti;

i componenti realizzati con l'impiego di calcestruzzi speciali o di classe > C 45/55;

i componenti armati o precompressi con spessori, anche locali, inferiori a 40 mm;

i componenti il cui progetto sia redatto su modelli di calcolo non previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.

Per i componenti ricadenti in uno dei casi sopra elencati, è obbligatorio il rilascio preventivo dell'autorizzazione alla produzione, secondo le procedure delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### **-Responsabilità e competenze**

Il progettista e il direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a pie d'opera.

È responsabilità del progettista e del direttore dei lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie del direttore dei lavori.

I componenti di produzione occasionale devono, inoltre, essere realizzati sotto la vigilanza del direttore dei lavori dell'opera di destinazione.

I funzionari del servizio tecnico centrale potranno accedere anche senza preavviso agli stabilimenti di produzione dei componenti prefabbricati per l'accertamento del rispetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni.

#### **-Prove su componenti**

Per verificare le prestazioni di un nuovo prodotto o di una nuova tecnologia produttiva e accertare l'affidabilità dei modelli di calcolo impiegati nelle verifiche di resistenza, prima di dare inizio alla produzione corrente è necessario eseguire delle prove di carico su un adeguato numero di prototipi al vero, portati fino a rottura.

Tali prove sono obbligatorie, in aggiunta alle prove correnti sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, per le produzioni in serie controllata.

#### **-Norme complementari**

Le verifiche del componente devono essere fatte con riferimento al livello di maturazione e di resistenza raggiunto, controllato mediante prove sui materiali di cui al capitolo 11 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni ed eventuali prove su prototipo prima della movimentazione del componente e del cimento statico dello stesso.

I dispositivi di sollevamento e movimentazione devono essere esplicitamente previsti nel progetto del componente strutturale e realizzati con materiali appropriati e dimensionati per le sollecitazioni previste.

Il copriferro degli elementi prefabbricati deve rispettare le regole generali indicate dalle Norme tecniche di settore, in funzione della classe di esposizione e di durabilità indicate.

## **2.22 MATERIALI FERROSI**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, profilatura, fucinatura e simili.



In particolare per gli acciai per opere in conglomerato cementizio armato, conglomerato cementizio armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal DM 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i..

La Direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

Per la definizione, la classificazione e la designazione dei vari tipi di materiale si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10020 - Definizione e classificazione dei tipi di acciaio;

UNI EU 10021 - Condizioni tecniche generali di fornitura dei prodotti di acciaio;

UNI EU 10027 - Sistemi di designazione degli acciai;

UNI 7856 - Ghise gregge. Definizione, classificazione e qualità.

### **2.22.1 - ACCIAI PER CEMENTO ARMATO**

Generalità

Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 14 febbraio 1992 (e successive modifiche ed integrazioni) riportante le "Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti da pregiudicare l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Acciaio per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204).

Il prelievo dei campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407-69 salvo quanto stabilito al punto 2.2.8.1., Parte 1a, del Decreto citato.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle UNI 556, UNI 564 ed UNI 6407-59, salvo indicazioni contrarie e complementari.

Acciaio in fili lisci o nervati

I fili lisci o nervati di acciaio trafilato, di diametro compreso fra 4 e 12 mm dovranno presentare, per l'impiego nel cemento armato, le proprietà indicate nel "Prospetto 3" di cui al punto 2.2.4. Parte 1° delle "Norme Tecniche".

Acciaio per reti elettrosaldate

Dovrà possedere le caratteristiche riportate nel "Prospetto 4" di cui al punto 2.2.5. Parte 1a delle "Norme Tecniche". Le reti avranno fili elementari di diametro compreso fra 4 e 12 mm con distanza assiale tra gli stessi non superiore a 35 cm.

### **2.22.2 - PROFILATI, BARRE E LARGHI PIATTI DI USO GENERALE**

Saranno conformi alle prescrizioni di cui alla seguente norma di unificazione:

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

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

### **2.22.3 - GHISA**

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con lima e scalpello, dovrà inoltre presentare frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità e da qualsiasi altro difetto che possa diminuire la resistenza, infine dovrà risultare modellata a regola d'arte.

La ghisa è classificabile in ghisa grigia e ghisa sferoidale.

La ghisa sferoidale è una lega di ferro/carbonio/silicio nella quale il carbonio esiste allo stato puro sotto forma di grafite sferoidale.

Per i criteri di accettazione si rimanda alle specifiche norme di unificazione.

### **2.23 CARPENTERIA METALICA e PROFILI CORTEN**

L'acciaio laminato da impiegarsi in opere di carpenteria metallica dovrà corrispondere alle caratteristiche stabilite dalle NTC di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relativa Circolare del 21 gennaio 2019, n. 7 ed alle prescrizioni riportate nelle tavole esecutive.

**-Oneri dell'Appaltatore**

L'Appaltatore deve fornire le seguenti prestazioni:

L'approvvigionamento dei tirafondi di fondazione;

L'approvvigionamento dei materiali (profilati, lamiera, bulloni, lamiera grecate, etc.);

La prefabbricazione in officina;

Il premontaggio delle strutture (se richiesto);

Lo stoccaggio in officina;

Il trasporto in cantiere;

Lo stoccaggio in cantiere;

Il montaggio delle strutture;

L'inghisaggio dei tirafondi di fondazione;

I trattamenti protettivi superficiali;

Ispezioni prove e collaudi;

Prove sui materiali;

Controlli non distruttivi sulle saldature

**-Classi di esecuzione delle strutture**

L'Appaltatore è tenuto ad applicare alle strutture fornite le prescrizioni stabilite dalla UNI EN 1090-2 per la classe di esecuzione assegnata.

**-Materiali**

**- Profilati e lamiera**

I profili laminati a caldo, le lamiera ed i profili cavi finiti a caldo o formati a freddo per impiego strutturale devono essere conformi alle norme applicabili indicate in tabella 8.1.

I prodotti in acciaio strutturale, lamiera e nastri, da usare per la produzione di profilati piegati a freddo devono avere proprietà idonee per le lavorazioni di piegatura a freddo. Gli acciai al carbonio adatti per tale scopo sono elencati in tabella 8.2.

Tabella 8.1 – Profili laminati a caldo, lamiera e profili cavi: materiali, dimensioni e tolleranze

| Prodotti                                        | Condizioni tecniche di fornitura                               | Dimensioni                                  | Tolleranze                                    |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Sezioni ad I ed H                               | UNI EN 10025-1/6<br>Per quanto applicabili<br>( <sup>1</sup> ) | UNI 5397-5398( <sup>3</sup> )               | UNI EN 10034                                  |
| Profili ad I laminati a caldo ad ala rastremata |                                                                | UNI 5679                                    | UNI EN 10024                                  |
| Profili a C o U                                 |                                                                | UNI EU 54                                   | UNI EN 10279                                  |
| Angolari                                        |                                                                | UNI EN 10056-1                              | UNI EN 10056-2                                |
| Sezioni a T                                     |                                                                | UNI EN 10055                                | UNI EN 10055                                  |
| Piatti e lamiera                                |                                                                | N/A                                         | UNI EN 10029 ( <sup>2</sup> )<br>UNI EN 10051 |
| Barre                                           |                                                                | UNI EN 10017, 10058, 10059,<br>10060, 10061 | UNI EN 10017, 10058,<br>10059, 10060, 10061   |
| Profili cavi finiti a caldo                     | UNI EN 10210-1                                                 | UNI EN 10210-2                              | UNI EN 10210-2                                |
| Profili cavi formati a freddo                   | UNI EN 10219-1                                                 | UNI EN 10219-2                              | UNI EN 10219-2                                |

**NOTE:**

(1) Materiali da impiegare:

S235, S275 e S355 JR, J0, J2 e K2 ( UNI EN 10025-2, acciai non legati);

S275, S355, S420 e S460 N e NL (UNI EN 10025-3, acciai a grana fine);

S275, S355, S420 e S460 M e ML (UNI EN 10025-4, acciai a grana fine);

S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W e S355K2W (UNI EN 10025-5, acciai con resistenza alla corrosione migliorata).

(2) Tolleranza sullo spessore: Classe B; per serbatoi e ciminiere: Classe C.

(3) Valide soltanto per le dimensioni; per le tolleranze di laminazione vale la UNI EN 10034.

Per profilati e lamiere da utilizzare in elementi dissipativi di strutture in classe di duttilità bassa o alta (CD" B" e CD" A") in zone a sismicità media o alta, dovrà risultare, dai documenti di controllo che accompagnano la fornitura o da risultati di idonee prove, che il valore della tensione di snervamento massima  $f_{y,max}$  dell'acciaio non superi il valore caratteristico di più del 20%.

Se i componenti devono essere zincati a caldo, al fine di ottenere rivestimenti con aspetto lucido ed omogeneo e con tessitura fine dello strato di zinco, ed allo scopo di evitare il rischio della formazione di rivestimenti eccessivamente spessi, con conseguente possibile danneggiamento del rivestimento in seguito ad urti, è preferibile utilizzare acciai appartenenti alle categorie A e B di cui al prospetto 1 della norma UNI EN ISO 14713-2, e precisamente:

Categoria A: acciai con contenuto di silicio (Si)  $\leq 0,04\%$ , e fosforo (P)  $< 0,02\%$ ;

Categoria B: acciai con contenuto di silicio (Si)  $> 0,14\%$  e  $\leq 0,25\%$ , e fosforo (P)  $< 0,035\%$ .

Tabella 8.2 – Lamiere e nastri per piegatura a freddo: materiali, dimensioni e tolleranze

| Prodotti                                                                                                                      | Condizioni tecniche di fornitura | Tolleranze                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|
| Acciai strutturali non legati                                                                                                 | UNI EN 10025-2                   | UNI EN 10051                             |
| Acciai strutturali a grana fine                                                                                               | UNI EN 10025-3/4                 | UNI EN 10051                             |
| Acciai ad alto limite di snervamento per piegatura a freddo                                                                   | UNI EN 10149-1/3<br>UNI EN 10268 | UNI EN 10029, 10048, 10051, 10131, 10140 |
| Lamiere di acciaio di qualità strutturale ridotte a freddo                                                                    | ISO 4997                         | UNI EN 10131                             |
| Nastri e lamiere di acciaio ad alto limite di snervamento rivestiti per immersione a caldo in continuo per formatura a freddo | UNI EN 10346                     | UNI EN 10143                             |
| Prodotti piani di acciaio rivestiti in continuo con materiale organico (nastri rivestiti)                                     | UNI EN 10169                     | UNI EN 10169                             |
| Nastri stretti non rivestiti laminati a freddo di acciaio dolce per formatura a freddo                                        | UNI EN 10139                     | UNI EN 10048<br>UNI EN 10140             |

#### - Bulloni non precaricati

I bulloni non precaricati sono quelli da impiegare in unioni a taglio. Possono essere impiegati bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 e 8.8.

Le caratteristiche generali devono essere conformi alla UNI EN 15048-1; le caratteristiche meccaniche delle viti devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1, quelle dei dadi secondo la UNI EN 20898-2, le prove d'idoneità d'impiego secondo UNI EN 15048-2. Le rondelle devono avere durezza minima 100 HV secondo UNI EN ISO 6507-1.

Gli accoppiamenti vite-dado-rondella consentiti sono riportati in tabella 8.2.1.

I bulloni possono essere in accordo alle UNI EN ISO 4014 e 4016 (gambo parzialmente filettato) o UNI EN ISO 4017 e 4018 (gambo interamente filettato). Se si adottano bulloni con vite con gambo interamente filettato, occorre avere specifica autorizzazione da parte del Progettista.

E' opportuno l'uso di una rondella al fine di non rovinare il trattamento protettivo con la rotazione del dado.

Tabella 8.2.1 – Accoppiamenti vite-dado-rondella per bulloni non precaricati

| Vite [classe]                                                                                        | Dado [classe]    | Rondella [durezza]            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 4.6, 4.8                                                                                             | 4, 5, 6 oppure 8 | 100 HV min.                   |
| 5.6, 5.8                                                                                             | 5, 6 oppure 8    |                               |
| 6.8                                                                                                  | 6 oppure 8       |                               |
| 8.8                                                                                                  | 8 oppure 10      | 100 HV min;<br>300 HV min (*) |
| 10.9                                                                                                 | 10 oppure 12     |                               |
| (*) Per giunti a semplice sovrapposizione con una sola fila di bulloni (cfr. UNI EN 1993-1-8 §3.6.1) |                  |                               |

#### - Bulloni precaricati

I bulloni precaricati sono quelli da impiegare nelle unioni ad attrito. Possono essere impiegati bulloni di classe 8.8 e 10.9.

Essi devono essere conformi alla UNI EN 14399-1; le caratteristiche meccaniche devono essere secondo la UNI EN ISO 898-1. Possono essere impiegati bulloni tipo HR secondo UNI EN 14399-3 (assieme vite-dado), o del tipo HV secondo UNI EN 14399-4 (assieme vite-dado). Le rondelle devono essere secondo UNI EN 14399-5 (rondelle piane) oppure UNI EN 14399-6 (rondelle piane smussate).

Possono anche essere impiegati bulloni del tipo HRC a serraggio calibrato secondo UNI EN 14399-10.

I bulloni del tipo HR e HV possono anche essere impiegati con rondelle con indicazione di carico secondo UNI EN 14399-9.

I bulloni precaricati e non precaricati possono essere zincati a freddo secondo la UNI EN ISO 4042 o a caldo secondo UNI EN ISO 10684. Non è ammessa la zincatura a caldo per i bulloni classe 10.9. In alternativa possono adottarsi altri metodi di protezione purché approvati dal Produttore.

#### Tirafondi

I tirafondi devono essere ricavati da acciaio laminato a caldo secondo UNI EN 10025-2/4.

In alternativa essi possono essere in accordo a UNI EN ISO 898-1. Per l'impiego in strutture con duttilità media o alta (DC"B" o DC"A") questa seconda possibilità non è raccomandata.

Se richiesto, possono essere impiegati tirafondi ricavati da barre di armature per cemento armato non pre-compresso, con caratteristiche conformi a quanto indicato nella normativa NTC2008.

#### - Lavorazioni d'officina

#### - Identificazione, documenti d'ispezione e tracciabilità dei prodotti

Le caratteristiche tecniche dei componenti (profilati, lamiere, bulloni, elettrodi, lamiere grecate, grigliati, etc.) approvvigionati per le successive lavorazioni, devono essere documentate in modo da poter controllare se tali componenti soddisfano i requisiti richiesti dalle specifiche e norme applicabili.

I documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204, relativi ai controlli sui materiali da parte del Produttore, devono essere conformi ai requisiti minimi riportati sulla UNI EN 1090-2 Tabella 1 con la seguente modifica: sono richiesti controlli specifici (documenti d'ispezione del tipo 3.1, secondo UNI EN 10204), cioè analisi chimiche, prove meccaniche e di resilienza, relativi alle unità di prova specifiche alle quali appartengono i materiali oggetto della fornitura, per tutti gli acciai strutturali di cui alle Tabelle 8.1 e 8.2.

L'officina di trasformazione dell'Appaltatore deve possedere i requisiti di legge stabiliti nel paragrafo 11.3.1.7 delle NTC.

Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 deve essere garantita la tracciabilità completa dei componenti, dal momento dell'approvvigionamento e ingresso in officina al momento della spedizione in cantiere e montaggio. Ogni componente cioè, contraddistinto da una marca nei disegni costruttivi d'officina, deve poter essere colle-

gato, in tutte le parti principali costituenti la marca completa, al corrispondente lotto di fornitura ed ai documenti d'ispezione ad esso legati. L'Appaltatore deve essere dotato di un sistema di acquisizione, trattamento ed archiviazione di tali dati.

La tracciabilità completa dovrà in particolare essere garantita per ogni parte costituente un componente da impiegare come elemento dissipativo in una struttura calcolata secondo le regole del capacity design in zone a media o alta sismicità.

Per le classi di esecuzione EXC1 ed EXC2 si dovrà garantire che i materiali in ingresso (lamiere, profilati, bulloni, etc.) siano riconducibili ai rispettivi documenti d'ispezione di cui alla UNI EN 10204. Non è richiesta la tracciabilità dei singoli pezzi lavorati.

#### - Marcatura delle strutture

Ciascun componente deve essere identificabile ad ogni stadio della lavorazione. I componenti completati devono essere marcati in modo permanente, senza danneggiare il materiale, in modo da essere chiaramente identificabili. Per acciai di classe inferiore o uguale alla S355, possono essere impiegate incisioni, ad eccezione dei casi indicati nelle specifiche di produzione. Qualora nei disegni di progetto, o nelle informazioni di fabbricazione siano individuate delle zone sulla struttura in acciaio non marcabili, esse devono essere lasciate libere da ogni sorta di marcatura o incisione.

#### - Movimentazione e stoccaggio

Le strutture in acciaio devono essere imballate, movimentate e trasportate (in relazione ai casi) con cura, in maniera tale da non provocare deformazioni permanenti e minimizzare eventuali danni superficiali. Particolare cura deve essere posta per irrigidire le estremità libere e proteggere le superfici lavorate. Le misure preventive riportate nella Tabella 8 della UNI EN 1090-2 vanno applicate se pertinenti.

#### - Taglio

Il taglio e la preparazione dei lembi dell'acciaio possono essere ottenuti mediante utilizzo di sega a disco, trancitura, taglio automatico, piallatura, fresatura o altri tipi di lavorazioni. Il taglio manuale può essere impiegato solamente qualora sia impraticabile l'utilizzo del taglio automatico.

I bordi dovuti ai tagli termici che sono privi di notevoli irregolarità possono essere accettati senza ulteriori trattamenti, eccetto la rimozione delle sbavature. Diversamente, i bordi devono essere levigati per rimuovere le eventuali irregolarità. I livelli accettabili della qualità del taglio, definiti in accordo alla UNI EN ISO 9013, sono riportati nella Tabella 9 della UNI EN 1090-2 per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4.

Gli intagli non possono essere a spigoli vivi. Essi devono essere raccordati con raggio di curvatura di 5 mm per classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e di 10 mm per classe di esecuzione EXC4.

Sono da evitare le operazioni di taglio in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

#### - Formatura

La curvatura o il raddrizzamento degli elementi durante la produzione possono essere eseguiti secondo uno dei seguenti metodi:

Meccanicamente, avendo cura di ridurre al minimo le intaccature o le variazioni della sezione trasversale;

Mediante applicazioni locali di calore, garantendo che la temperatura del metallo sia accuratamente controllata. Per le strutture in classe EXC3 ed EXC4 deve essere sviluppata una procedura e devono essere eseguiti dei casi-test per poterla approvare.

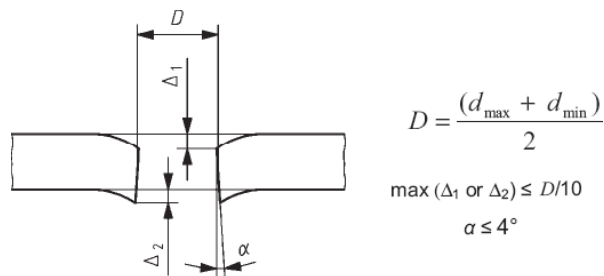
Utilizzando un processo di calandratura, nel caso in cui la procedura utilizzata comprenda il controllo accurato della temperatura e sia validata anticipatamente in termini di mantenimento delle proprietà meccaniche dell'elemento curvato o raddrizzato. Profili piegati a freddo che raggiungono lo sforzo nominale di snervamento a seguito del processo di piegatura, non possono essere sottoposti a questo trattamento.

#### - Forature

E' permessa la foratura con trapano attraverso più elementi qualora le differenti parti siano strettamente serrate fra di loro. Le parti devono essere separate dopo la foratura e ogni sbavatura deve essere rimossa.

La punzonatura completa del foro è permessa se le seguenti condizioni sono soddisfatte:

la tolleranza sulla distorsione del foro punzonato non deve eccedere i limiti indicati nella figura seguente (tratta dal §6.6.3 della UNI EN 1090-2):



i fori devono essere privi di sbavature che potrebbero ostacolare l'assemblaggio delle parti quando messe a contatto;

lo spessore degli elementi non deve essere maggiore del diametro del foro punzonato.

Particolare attenzione va riservata alle operazioni di foratura in componenti da zincare a caldo, controllando accuratamente che i bordi dei fori punzonati siano esenti da microfratture che vanno eventualmente rimosse, ed eliminando eventuali ribave.

Sono da evitare le operazioni di foratura in componenti già sottoposti a zincatura a caldo. Se comunque tali operazioni vengono effettuate, si deve procedere ad un idoneo ripristino della zincatura.

Per gli elementi in classe di esecuzione EXC3 ed EXC4 la punzonatura deve essere eseguita garantendo che i fori presentino un diametro inferiore di 2 mm rispetto alla dimensione richiesta e che siano successivamente alesati fino ad ottenere il diametro finale richiesto per l'assemblaggio.

I fori asolati possono essere realizzati per punzonatura, per taglio termico o per mezzo di trapanatura, eseguendo due fori ed asportando per taglio la parte fra di essi.

I diametri dei fori devono essere in accordo alla NTC, e precisamente:

I fori devono avere diametro uguale a quello del bullone maggiorato di 1 mm fino a 20 mm di diametro, e di 1,5 mm per bulloni di diametro maggiore di 20 mm.

Se concordato con il Committente e/o il Progettista e/o il Direttore dei Lavori, si possono adottare i diametri dei "fori normali" stabiliti dalla UNI EN 1090-2 e riportati in tabella 9.6.1.

Tabella 9.6.1 – Giochi foro-bullone secondo EN 1090-2 – Valori in [mm]

| Diametro nominale del bullone d [mm] | 12    | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 e oltre |
|--------------------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|------------|
| Fori normali                         | 1     |    | 2  |    |    |    |    | 3          |
| Fori maggiorati                      | 3     |    | 4  |    |    |    | 6  | 8          |
| Asole corte                          | 4     |    | 6  |    |    |    | 8  | 10         |
| Asole lunghe                         | 1,5 d |    |    |    |    |    |    |            |

La tolleranza ammessa sul diametro dei fori è di  $\pm 0,5$  mm, dove per diametro si intende la media dei diametri misurati sulle due facce.

Le tolleranze ammesse sulla posizione dei fori rispetto agli assi teorici di foratura sono riportate nelle tabelle 12.9 e 12.16.

Se l'Appaltatore approvvigiona componenti prelavorati (componenti tagliati a misura e forati) da un Centro Servizi, questo deve fornire, insieme al materiale lavorato, un documento di ispezione che certifichi il rispetto per le forature eseguite delle tolleranze di diametro e posizione sopra riportate. I controlli dovranno essere effettuati sul 25% almeno dei fori. Tale documento, consegnato dal Centro Servizi all'Appaltatore, dovrà da questi essere consegnato al Committente ed al Direttore dei Lavori. In mancanza di tale documento, l'Appaltatore dovrà farsi carico di redigerlo e di eseguire i controlli relativi.

#### - Assemblaggio e premontaggi

Le parti da assemblare devono essere posizionate in modo tale da realizzare un contatto stabile, conforme ai requisiti di assemblaggio o di vincolo richiesti.

È consentita una lieve variazione della posizione dei fori al fine di permettere l'allineamento dei diversi elementi, ma ciò non deve causare danni o distorsioni all'assemblaggio finale. Qualora le parti non possano essere unite senza movimenti che possono causare la distorsione della struttura metallica, nel caso in cui il progetto della connessione consenta l'utilizzo di fori e bulloni di diametro maggiore, si prevede una rettificazione che può essere fatta mediante alesatura dei fori.

Per garantire la certezza di poter correttamente assemblare in opera i componenti bullonati, l'Appaltatore deve mettere in atto gli opportuni accorgimenti, in funzione della importanza dell'opera e della criticità dell'accoppiamento, quali:

- ricorso a dime di posizionamento;
- rilievi accurati tridimensionali della posizione dei fori con adeguati strumenti;
- premontaggi parziali o totali.

Il Committente e/o il Progettista, o il Direttore dei lavori possono richiedere all'Appaltatore il premontaggio in officina di parti di struttura, in funzione delle criticità di montaggio individuate.

Se il Committente non affida all'Appaltatore il montaggio in opera delle strutture, l'Appaltatore deve consegnare al Committente ed al Direttore dei Lavori, oltre a tutta la documentazione d'obbligo richiamata al §11.3 delle NTC, una Dichiarazione di Conformità al Montaggio delle strutture, dove si elencano i controlli eseguiti al fine di garantire la fattibilità del montaggio.

#### - Saldatura

##### Generalità

L'Appaltatore deve garantire di effettuare saldature con adeguato livello di qualità, come definito nella norma UNI EN ISO 3834, ed in funzione della classe di esecuzione delle strutture, secondo quanto riportato in tabella 10.1.1. Tali prescrizioni non devono comunque risultare meno cautelative di quelle della tabella 11.3.XI delle NTC.

Tabella 10.1.1 - Requisiti di qualità applicabili

| Classe di esecuzione                                         | EXC1                  | EXC2                | EXC3                 | EXC4                 |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Requisiti di qualità del Costruttore secondo UNI EN ISO 3834 | Elementare ISO 3834-4 | Medio EN ISO 3834-3 | Esteso EN ISO 3834-2 | Esteso EN ISO 3834-2 |

Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 e EXC4 il coordinamento delle attività di saldatura deve essere mantenuto da appositi Coordinatori di Saldatura, qualificati secondo UNI EN ISO 14731.

Con riferimento alle operazioni di saldatura da supervisionare, i coordinatori di saldatura devono avere il livello di conoscenza prescritto in tabella 10.1.2.

Tabella 10.1.2 – Livello di conoscenza tecnica di Coordinatori di Saldatura secondo UNI EN ISO 14731

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  |  | Spessori [mm] |
|--|--|---------------|

| Classe                                                                                                                                                                                                                                                                        | Acciaio   | $t \leq 25$ <sup>(1)</sup> | $25 < t \leq 50$ <sup>(2)</sup> | $t > 50$         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------|------------------|
| EXC2                                                                                                                                                                                                                                                                          | S235-S355 | B                          | S                               | C <sup>(3)</sup> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | S420-S700 | S                          | C <sup>(4)</sup>                | C                |
| EXC3                                                                                                                                                                                                                                                                          | S235-S355 | S                          | C                               | C                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | S420-S700 | S                          | C                               | C                |
| EXC4                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tutti     | C                          | C                               | C                |
| NOTE:<br>B = di base; S = specifico; C = completo<br>(1) Piastre di base delle colonne $\leq 50$ mm<br>(2) Piastre di base delle colonne $\leq 75$ mm<br>(3) Per acciai S235-S275 è sufficiente il grado S<br>(4) Per acciai di qualità N, NL, M, ML è sufficiente il grado S |           |                            |                                 |                  |

Tutte le giunzioni saldate devono essere eseguite con procedimenti qualificati. L'Appaltatore deve sviluppare delle idonee Specifiche di Saldatura (WPS) per ciascuna delle procedure che intende adottare secondo UNI EN ISO 15609. Le procedure devono essere qualificate secondo quanto prescritto da UNI EN ISO 15613, UNI EN ISO 15614-1 e UNI EN ISO 14555.

L'Appaltatore deve fornire al Committente ed al Direttore dei Lavori un Piano della Saldatura che contenga, oltre le WPS, i seguenti requisiti: misure da prendere per evitare distorsioni degli elementi durante e dopo la saldatura, requisiti per controlli intermedi, sequenze di saldatura, rotazione dei pezzi durante la saldatura, dettagli dei vincoli da applicare, misure per evitare il lamellar tearing, speciali accorgimenti ed attrezzature per i materiali di consumo, requisiti di accettazione delle saldature, requisiti per l'identificazione delle saldature, requisiti relativi ai trattamenti superficiali dei pezzi da saldare.

I principali procedimenti di saldatura ammessi sono:

saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;

saldatura automatica ad arco sommerso;

saldatura automatica o semiautomatica in gas protettivo a filo pieno e/o filo animato;

saldatura automatica dei connettori (stud welding).

Le saldature testa a testa, prima di essere riprese dalla parte opposta devono essere solcate a rovescio con mola o con arc air seguito da molatura.

#### Qualifica dei saldatori

Tutti i saldatori impiegati devono essere certificati e qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1, gli operatori secondo la UNI EN 14732. A deroga parziale della norma UNI EN 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Le operazioni di saldatura per classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere coordinate da apposito personale di coordinamento qualificato per lo scopo e dotato della necessaria esperienza nei procedimenti di saldatura, come prescritto dalla tabella 10.1.2.

#### Preparazione dei lembi

I lembi devono essere preparati in modo conforme alle preparazioni usate nei test di validazione delle WPS. Le superfici da saldare devono essere asciutte e libere da ogni sostanza che possa compromettere la qualità della saldatura (ruggine, materiali organici o zincatura). Esse devono risultare prive di fessurazione visibile.

Esempi di preparazione dei lembi sono riportate nelle norme UNI EN ISO 9692-1 e UNI EN ISO 9692-2. Deve essere eseguito il controllo visivo secondo UNI EN ISO 17637 sul 100% dei lembi da saldare, al fine di accertare lo stato delle superfici, l'assenza di difetti affioranti e la corretta pulizia. Eventuali discontinuità riscontrate sul cianfrino devono essere riparate mediante molatura o molatura e saldatura, in accordo ai criteri riportati sulla tabella 0.3.2.3 delle AWS D.1.1.



Il controllo dimensionale deve essere eseguito sul 100% dei lembi, al fine di accertare la corretta geometria ed il rispetto delle tolleranze dimensionali.

Per i cianfrini di lamiera di spessore superiore od uguale a 40 mm, o anche per spessori minori se l'esame visivo lo consigliasse, e comunque su cianfrini per saldature a completa penetrazione, deve essere eseguito sull'intero sviluppo controllo magnetoscopico (preferenziale) o con liquidi penetranti (alternativo).

#### Materiali di consumo

I materiali di consumo per saldature devono essere conservati secondo le prescrizioni del Produttore. Elettrodi e flussi per arco sommerso, salvo diversa indicazione da parte del Produttore, devono essere essiccati, se previsto, a 300-400 °C, quindi mantenuti in forno a temperatura di almeno 150 °C e conservati durante le operazioni di saldatura in fornetti portatili a non meno di 100 °C.

Gli elettrodi non usati devono essere essiccati ancora. L'essiccazione non può essere ripetuta più di due volte.

#### Controlli non distruttivi

I controlli non distruttivi (NDT) delle saldature devono essere eseguiti da personale qualificato secondo il livello 2 definito dalla UNI EN 473.

I controlli da eseguire sono in genere:

controlli volumetrici: ultrasonici (UT) secondo UNI EN ISO 17640:2011 e UNI EN ISO 23279:2010, o radiografici (RT) secondo UNI EN ISO 17636:2013 (di massima solo per saldature a completa penetrazione, salvo se diversamente indicato);

controlli superficiali: magnetoscopici (MT) secondo UNI EN ISO 17638:2010, o con liquidi penetranti (PT) secondo UNI EN ISO 3452-1:2013 (per saldature a completa penetrazione, parziale penetrazione e a cordoni d'angolo).

Il controllo visivo deve essere eseguito sul 100% delle saldature, con lo scopo di rilevare eventuali difetti di profilo e/o irregolarità superficiali. Se vengono trovati difetti, essi vanno investigati mediante successivi controlli MT o PT.

Per le strutture in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, vanno comunque effettuati dei controlli sia superficiali (preferibilmente MT, o PT in alternativa) che volumetrici (UT), nella percentuale dello sviluppo totale delle saldature indicata nelle tabelle 10.5.1a oppure 10.5.1b. Indicando con p% l'entità percentuale di cui alle suddette tabelle, si possono applicare, in assenza di altri criteri, le regole seguenti:

ciascuna saldatura del lotto di esame deve essere esaminata per una lunghezza minima p% della singola lunghezza. La zona da esaminare deve essere scelta sulla base della verifica visiva;

se la lunghezza totale di tutte le saldature di un lotto di esame è minore di 900 mm, almeno una saldatura deve essere esaminata per l'intera lunghezza indipendentemente dal valore p %;

se un lotto di esame è costituito da parecchie saldature identiche, ciascuna di lunghezza minore di 900 mm, si devono esaminare per l'intera lunghezza un certo numero di saldature scelte a caso per una lunghezza totale minima p % della lunghezza totale di tutte le saldature del lotto di esame.

I controlli non potranno essere di entità inferiore a quanto previsto in tabella 10.5.1a, in linea con le prescrizioni della UNI EN 1090-2. Per strutture di particolare impegno, su richiesta del Cliente e/o del Direttore dei Lavori e/o del Collaudatore, possono essere prescritti i controlli di cui alla tabella 10.5.1b, o anche di entità maggiore, se ritenuto opportuno in base alle caratteristiche dell'opera.

Tabella 10.5.1a – Estensione minima dei controlli non distruttivi per saldature

| Tipologia di saldatura                                                                                                                            | Controllo |      |      |              |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|------|--------------|------|------|
|                                                                                                                                                   | MT / LT   |      |      | UT / RT(***) |      |      |
|                                                                                                                                                   | EXC2      | EXC3 | EXC4 | EXC2         | EXC3 | EXC4 |
| Giunti testa a testa o a T a completa penetrazione                                                                                                | 10%       | 20%  | 100% | 10%          | 20%  | 100% |
| Giunti a parziale penetrazione a croce                                                                                                            | 10%       | 20%  | 100% | -            | -    | -    |
| Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti | 10%       | 20%  | 100% | 10%          | 20%  | 100% |

|                                                                            |    |     |     |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|---|---|---|
| Giunti<br>a parziale penetrazione a T                                      | 5% | 10% | 50% | - | - | - |
| Saldature<br>a cordoni d'angolo di lato > 12 mm<br>e/o su spessore > 20 mm | 5% | 10% | 20% | - | - | - |
| Saldature<br>a cordoni d'angolo di lato ≤ 12 mm<br>e/o su spessore ≤ 20 mm | -  | 5%  | 10% | - | - | - |

Tabella 10.5.1b – Estensione dei controlli non distruttivi per saldature di strutture di particolare impegno

| Tipologia di saldatura                                                                                                                                                                                                                                                        | Controllo |      |      |              |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|------|--------------|-------------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | MT / LT   |      |      | UT / RT(***) |             |             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                               | EXC2      | EXC3 | EXC4 | EXC2         | EXC3        | EXC4        |
| Giunti testa a testa o a T<br>a completa penetrazione                                                                                                                                                                                                                         | 25%       | 50%  | 100% | 25%          | 50%         | 100%        |
| Giunti<br>a parziale penetrazione                                                                                                                                                                                                                                             | 10%       | 20%  | 100% | 5%<br>(*)    | 10%<br>(*)  | 20%<br>(*)  |
| Saldatura longitudinale a completa penetrazione o a cordoni d'angolo tra la piattabanda superiore e l'anima di travi di scorrimento di carroponti                                                                                                                             | 25%       | 50%  | 100% | 25%          | 50%         | 100%        |
| Saldature<br>a cordoni d'angolo                                                                                                                                                                                                                                               | 5%        | 10%  | 20%  | 5%<br>(**)   | 10%<br>(**) | 20%<br>(**) |
| (*) Se la profondità di penetrazione della saldatura è ≥ 8 mm.<br>(**) Per cordoni d'angolo di lato ≥ 20 mm.<br>(***) I controlli RT, in alternativa ai controlli UT, potranno essere impiegati preferibilmente in giunti testa a testa con spessori minori o uguali a 20 mm. |           |      |      |              |             |             |

Nel caso in cui si rilevi un difetto volumetrico, il controllo va esteso per un metro a cavallo della posizione di esso, o a due giunti vicini se l'estensione della saldatura è minore di un metro. Nel caso di difetti planari, il controllo va esteso al 100% del giunto, o dei giunti contigui dello stesso tipo, se l'estensione delle saldature è limitata.

Per le saldature a completa penetrazione effettuate in cantiere, l'estensione dei controlli da applicare è la seguente:

Controlli MT / PT: 100%

Controlli UT / RT: 100%

L'esecuzione di tali controlli va programmata in accordo con il Direttore dei Lavori.

Tutte le lamiere costituenti le piastre di base e tutte le lamiere di spessore maggiore o uguale a 60 mm devono essere controllate con ultrasuoni per la ricerca di eventuali sfogliature o sdoppiature. I controlli devono essere in accordo con la UNI EN 10160 classe S2 per il corpo della lamiera e classe E3 per i bordi. Prescrizioni più severe (S3 per la lamiera e E4 per i bordi) potranno essere richieste in casi particolari.

Per le classi di esecuzione EXC3 ed EXC4 devono essere controllati con classe S1 tutti i giunti cruciformi nei quali una lamiera trasmette prevalentemente sforzi di trazione attraverso un'altra lamiera di spessore quattro volte maggiore.

#### Criteri di accettabilità delle saldature

I criteri di accettabilità delle saldature sono i seguenti, con riferimento alla norma UNI EN ISO 5817:

Livello di qualità C per la classe di esecuzione EXC1 ed EXC2;

Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC3;

Livello di qualità B per la classe di esecuzione EXC4 più i requisiti aggiuntivi della tabella 17 della norma UNI EN 1090-2.

Tutti i giunti non conformi ai criteri di accettabilità devono essere riparati. Le attività di riparazione devono essere eseguiti nel seguente modo:

asportazione del difetto e rifinitura con mola;

verifica dell'eliminazione del difetto mediante MT, secondo UNI EN ISO 17638:2010;

esecuzione della saldatura di riparazione secondo WPS approvata;

controllo della saldatura di riparazione mediante lo stesso metodo di NDT con cui era stato rilevato il difetto;

emissione del certificato di riparazione.

Se vengono riscontrati tratti di saldatura non conformi ai criteri di accettabilità, occorre eseguire ulteriori controlli, per esempio secondo i criteri dell'Appendice C della UNI EN ISO 17635:2010.

- Bullonatura

#### Generalità

Non possono essere impiegati bulloni strutturali di diametro inferiore all'M12.

Nei bulloni non precaricati la lunghezza del gambo deve essere scelta in modo tale che, dopo il serraggio, almeno un giro completo del filetto sia visibile tra il dado e la parte non filettata del gambo, ed almeno un filetto sia visibile tra la faccia esterna del dado e il termine del gambo.

Nei bulloni precaricati tipo HR (UNI EN 14399-3 e UNI EN 14399-7) dopo il serraggio devono essere visibili almeno quattro filetti completi tra la superficie di serraggio del dado e l'inizio del gambo non filettato.

Nei bulloni precaricati tipo HV (UNI EN 14399-4 e UNI EN 14399-8) lo spessore di serraggio deve essere in accordo alla tabella A.1 della norma UNI EN 14399-4.

Per i bulloni non precaricati è richiesta una sola rondella sotto il dado, o comunque sotto la parte (dado o testa) che viene ruotata per il serraggio.

Per i bulloni classe 8.8, se usati come precaricati, si richiede l'uso di una sola rondella sotto la parte (testa o dado) che viene ruotata: smussata se sotto la testa (in accordo a UNI EN 14399-6), piana se sotto il dado (UNI EN 14399-5).

Per i bulloni 10.9, se usati come precaricati, si richiede l'uso di 2 rondelle: una smussata sotto la testa (secondo UNI EN 14399-6) ed una piana sotto il dado (secondo UNI EN 14399-5).

I bulloni non precaricati devono avere un tratto non filettato di lunghezza tale che le sezioni di taglio (tra un elemento collegato e l'altro) rientrino in tale tratto. L'eventuale uso di bulloni non precaricati con il gambo totalmente filettato deve essere subordinato alla approvazione del Progettista. Deve essere lasciata evidenza di tale approvazione. La lunghezza del gambo di tali bulloni dovrà consentire che, dopo il serraggio, rimanga almeno un passo del filetto tra la fine del gambo e la faccia del dado.

#### Serraggio dei bulloni precaricati

Il serraggio dei bulloni precaricati deve generare nel gambo una forza di precarico

$F_{p,C}$  pari a:

$$F_{p,C} = 0,7 \cdot f_{ub} \cdot A_s$$

Dove  $f_{ub}$  è la tensione nominale di rottura dei bulloni ed  $A_s$  è l'area netta del gambo.

Per generare tale precarico deve essere applicata una coppia di serraggio  $M_r$  pari a:

$$M_r = k \cdot d \cdot F_{p,C}$$

Dove  $d$  è il diametro nominale del gambo e  $k$  è il coefficiente di rendimento di coppia che deve essere determinato sperimentalmente dal Produttore e indicato sulla confezione dei bulloni.

In accordo alla UNI EN 14399-1 il Produttore può indicare il coefficiente  $k$  secondo uno dei tre metodi seguenti:

K0: nessuna indicazione per il valore  $k$ ;

K1: indicato campo di variabilità di  $k$  da un minimo ad un massimo (deve essere:  $0,10 \leq k \leq 0,16$ );

K2: indicato valor medio  $k_m$  più coefficiente di variazione  $V_k$  (deve essere:  $0,10 \leq k_m \leq 0,23$ ;  $V_k \leq 0,10$ ),

La modalità K0 non è ammessa con i bulloni HR ed HV, a meno che non vengano impiegati con rondelle ad indicazione di carico (DTI), secondo UNI EN 14399-9.

Nelle tabelle 11.2.1 e 11.2.2 sono riportati, per i bulloni di classe 8.8 e 10.9, per i diametri da 12 a 36 mm e per i valori di  $k$  da 0,10 a 0,16, i valori della coppia di serraggio  $M_r$  da applicare.

Tabella 11.2.1 – Coppie di serraggio per bulloni 8.8 UNI EN 14399 [Nm]

| Bulloni 8.8 |                          | <i>k</i>       |        |        |        |        |
|-------------|--------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Diam.       | $A_s$ [mm <sup>2</sup> ] | $F_{p,c}$ [kN] | 0,10   | 0,12   | 0,14   | 0,16   |
| 12          | 84,3                     | 47,2           | 56,6   | 68,0   | 79,3   | 90,6   |
| 14          | 115                      | 64,4           | 90,2   | 108,2  | 126,2  | 144,3  |
| 16          | 157                      | 87,9           | 140,7  | 168,8  | 196,9  | 225,1  |
| 18          | 192                      | 107,5          | 193,5  | 232,2  | 271,0  | 309,7  |
| 20          | 245                      | 137,2          | 274,4  | 329,3  | 384,2  | 439,0  |
| 22          | 303                      | 169,7          | 373,3  | 448,0  | 522,6  | 597,3  |
| 24          | 353                      | 197,7          | 474,4  | 569,3  | 664,2  | 759,1  |
| 27          | 459                      | 257,0          | 694,0  | 832,8  | 971,6  | 1110,4 |
| 30          | 561                      | 314,2          | 942,5  | 1131,0 | 1319,5 | 1508,0 |
| 36          | 817                      | 457,5          | 1647,1 | 1976,5 | 2305,9 | 2635,3 |

Tabella 11.2.2– Coppie di serraggio per bulloni 10.9 UNI EN 14399 [Nm]

| Bulloni 10.9 |                          | <i>k</i>       |        |        |        |        |
|--------------|--------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| Diam.        | $A_s$ [mm <sup>2</sup> ] | $F_{p,c}$ [kN] | 0,10   | 0,12   | 0,14   | 0,16   |
| 12           | 84,3                     | 59,0           | 70,8   | 85,0   | 99,1   | 113,3  |
| 14           | 115                      | 80,5           | 112,7  | 135,2  | 157,8  | 180,3  |
| 16           | 157                      | 109,9          | 175,8  | 211,0  | 246,2  | 281,3  |
| 18           | 192                      | 134,4          | 241,9  | 290,3  | 338,7  | 387,1  |
| 20           | 245                      | 171,5          | 343,0  | 411,6  | 480,2  | 548,8  |
| 22           | 303                      | 212,1          | 466,6  | 559,9  | 653,3  | 746,6  |
| 24           | 353                      | 247,1          | 593,0  | 711,6  | 830,3  | 948,9  |
| 27           | 459                      | 321,3          | 867,5  | 1041,0 | 1214,5 | 1388,0 |
| 30           | 561                      | 392,7          | 1178,1 | 1413,7 | 1649,3 | 1885,0 |
| 36           | 817                      | 571,9          | 2058,8 | 2470,6 | 2882,4 | 3294,1 |

Possono essere applicati i seguenti metodi di serraggio:

Metodo della coppia (da usare quando il coefficiente *k* è fornito in modalità K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa 0,75 Mr, poi in un secondo passo a 1,1 Mr. Nel calcolare Mr si applica il valor medio del coefficiente *k* fornito.

Metodo combinato (da usare quando il coefficiente *k* è fornito in modalità K1 o K2): si serrano con chiave dinamometrica tutti i bulloni di una connessione a circa 0,75 Mr, poi si impone una rotazione al dado che, a seconda degli spessori serrati dal bullone, vale:

60° per  $t < 2d$

90° per  $2d \leq t \leq 6d$

120° per  $6d \leq t \leq 10d$

Dove *t* è la somma degli spessori da serrare, comprese le rondelle.

Se è disponibile una procedura del Produttore relativa al serraggio dei bulloni e/o ai controlli da effettuare durante e

dopo il serraggio, essa dovrà essere applicata.

Metodo dell'indicatore diretto della pretensione DTI (da usare quando il coefficiente  $k$  è fornito in modalità K0, K1 o K2), consistente nell'uso di speciali rondelle comprimibili secondo UNI EN 14399- 9, e in accordo a quanto prescritto nell'Appendice J della UNI EN 1090-2, e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.

Metodo HRC, da usare con bulloneria HRC secondo UNI EN 14399-10, in accordo al §8.5.5 delle UNI EN 1090-2 e/o in conformità alle prescrizioni del Produttore.

Le chiavi dinamometriche usate per il serraggio dei bulloni precaricati devono avere una precisione di  $\pm 4\%$  con il metodo della coppia e di  $\pm 10\%$  con il metodo combinato, secondo UNI EN ISO 6789, e devono essere sottoposte a taratura in accordo a quanto prescritto dalla norma citata. L'Appaltatore deve consegnare al Direttore dei Lavori il certificato attestante l'avvenuta taratura.

Tabella 11.2.3– Coefficienti d'attrito  $\mu$  in funzione del trattamento superficiale

| Trattamento superficiale                                                                                   | $\mu$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Superfici sabbiare, esenti da qualsiasi incrostazione di ruggine, non pitturate                            | 0,50  |
| Superfici sabbiare con applicazione a spruzzo di <i>primer</i> a base di alluminio o zinco                 | 0,40  |
| Superfici pulite con spazzolatura a filo o con pulitura a fiamma, con rimozione di tutta la ruggine libera | 0,30  |
| Superfici non trattate                                                                                     | 0,20  |

Le superfici di contatto per unioni ad attrito devono essere prive di sostanze quali olio, pittura, sporco che possano ridurre il coefficiente di attrito. Il coefficiente d'attrito  $\mu$  da assumere sarà conforme ai valori riportati in tabella 11.2.3. Il Progettista deve fornire all'Appaltatore i valori dei coefficienti d'attrito che ha usato nel calcolo delle connessioni ad attrito, se presenti. L'Appaltatore deve preparare le superfici in modo da poter raggiungere valori non minori di quelli richiesti.

L'adozione di giunzioni ad attrito per connettere elementi zincati a caldo non è in genere ammessa.

Se comunque, in condizioni particolari e per espressa indicazione da parte del Progettista, si adottano giunzioni ad attrito con elementi zincati, occorre trattare le superfici zincate in modo opportuno, mediante spazzolatura o leggera sabbiatura per rimuovere lo strato superficiale di zinco puro (zincatura lucida) ed esporre gli strati di lega zinco-ferro sottostanti. E' altresì necessario procedere alla determinazione sperimentale del coefficiente di attrito, in accordo all'Annex G della norma UNI EN 1090-2. Il Progettista dovrà verificare le connessioni usando un coefficiente d'attrito non superiore a quello determinato sperimentalmente.

#### Serraggio dei bulloni non precaricati

Prima dell'inizio delle operazioni di serraggio tutte le connessioni devono essere sottoposte a controllo visivo. I bulloni non precaricati devono essere avvitati fino a portare le parti che costituiscono il giunto a pieno contatto. Quindi i bulloni devono essere serrati con la normale forza che un uomo riesce ad applicare usando una chiave senza prolunga. Speciale cura deve essere posta nel serraggio dei bulloni di basso diametro per evitare il raggiungimento della tensione di snervamento.

In alternativa i bulloni non precaricati soggetti a trazione possono essere serrati applicando le coppie di cui alla tabella 11.3.1, mentre quelli soggetti solo a taglio possono essere serrati applicando le coppie di cui alla tabella 11.3.2.

Tali coppie sono state calcolate con un coefficiente  $k = 0,20$ . Se per i bulloni di classe 8.8 è specificato un valore di  $k$  diverso, si dovranno calcolare gli opportuni valori.

Tali coppie sono da applicarsi per bulloni bruniti. Per bulloni zincati i valori vanno ridotti del 25%.

Tabella 11.3.1 – Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti a trazione [Nm]

| Diametro<br>[mm] | $A_s$<br>[mm <sup>2</sup> ] | Classe bullone |     |     |     |     |     |
|------------------|-----------------------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  |                             | 4.6            | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 |
| 12               | 84.3                        | 39             | 45  | 48  | 57  | 68  | 91  |
| 14               | 115                         | 62             | 72  | 77  | 90  | 108 | 144 |
| 16               | 157                         | 96             | 113 | 121 | 141 | 169 | 225 |
| 18               | 192                         | 133            | 155 | 166 | 194 | 232 | 310 |

|    |     |      |      |      |      |      |      |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 20 | 245 | 188  | 220  | 235  | 274  | 329  | 439  |
| 22 | 303 | 256  | 299  | 320  | 373  | 448  | 597  |
| 24 | 353 | 325  | 380  | 407  | 474  | 569  | 759  |
| 27 | 459 | 476  | 555  | 595  | 694  | 833  | 1110 |
| 30 | 561 | 646  | 754  | 808  | 943  | 1131 | 1508 |
| 36 | 817 | 1130 | 1318 | 1412 | 1647 | 1976 | 2635 |

Tabella 11.3.2 – Coppie di serraggio per bulloni non precaricati soggetti solo a taglio [Nm]

| Diametro<br>[mm] | A <sub>s</sub><br>[mm <sup>2</sup> ] | Classe bullone |      |      |      |      |      |
|------------------|--------------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|
|                  |                                      | 4.6            | 4.8  | 5.6  | 5.8  | 6.8  | 8.8  |
| 12               | 84.3                                 | 31             | 36   | 39   | 45   | 54   | 73   |
| 14               | 115                                  | 50             | 58   | 62   | 72   | 86   | 115  |
| 16               | 157                                  | 77             | 90   | 97   | 113  | 135  | 180  |
| 18               | 192                                  | 106            | 124  | 133  | 155  | 186  | 248  |
| 20               | 245                                  | 150            | 176  | 188  | 220  | 263  | 351  |
| 22               | 303                                  | 205            | 239  | 256  | 298  | 358  | 478  |
| 24               | 353                                  | 260            | 304  | 325  | 379  | 455  | 607  |
| 27               | 459                                  | 381            | 444  | 476  | 555  | 666  | 888  |
| 30               | 561                                  | 517            | 603  | 646  | 754  | 905  | 1206 |
| 36               | 817                                  | 904            | 1054 | 1130 | 1318 | 1581 | 2108 |

Controllo del serraggio dei bulloni precaricati

Per le unioni ad attrito in classe di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4, devono essere svolti controlli durante e dopo il serraggio dei giunti, secondo quanto prescritto nella tabella 11.4.1.

Tabella 11.4.1 – Prescrizioni per il controllo del serraggio dei bulloni precaricati

| FASE                                  | ESTENSIONE                   | AZIONE                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ispezione delle superfici di contatto | 100% per tutte le classi EXC | Controllo visivo                                                                                                                                                                           |
| Connessioni prima del serraggio       | 100% per tutte le classi EXC | Controllo visivo – Eventuali aggiustaggi mediante spessoramento                                                                                                                            |
|                                       | EXC2, EXC3 ed EXC4           | Controllo dei certificati di taratura delle chiavi dinamometriche                                                                                                                          |
| Metodo della coppia – 2. fase         | EXC2 : 5%<br>EXC3, EXC4: 10% | Applicazione con chiave dinamometrica di 1,05 $M_r$ e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora                                 |
| Metodo combinato – 1. fase            | EXC2 : ---<br>EXC3, EXC4: 5% | Applicazione con chiave dinamometrica di 0,75 $M_r$ e verifica che ci sia un inizio di rotazione; se rotazione > 15° il bullone deve essere serrato ancora                                 |
| Metodo combinato – 2. fase            | EXC2 : 5%<br>EXC3, EXC4: 10% | Se l'angolo di rotazione è sotto il valore specificato di più di 15°, correggere l'angolo;<br>se l'angolo di rotazione è sopra il valore specificato di più di 30°, sostituire il bullone. |

I controlli sul serraggio, nella misura stabilita in tabella 11.4.1, vanno eseguiti secondo il metodo sequenziale illustrato in tabella 11.4.2, impiegando il diagramma tipo A per le classi di esecuzione EXC2 ed EXC3, e il diagramma tipo B per la classe di esecuzione EXC4.

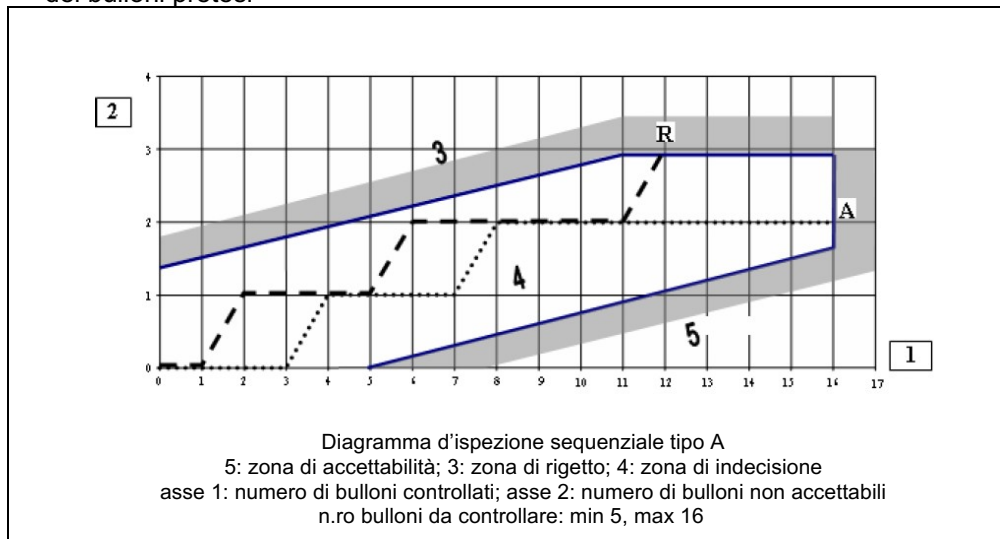
Esempi d'uso del diagramma d'ispezione tipo A.

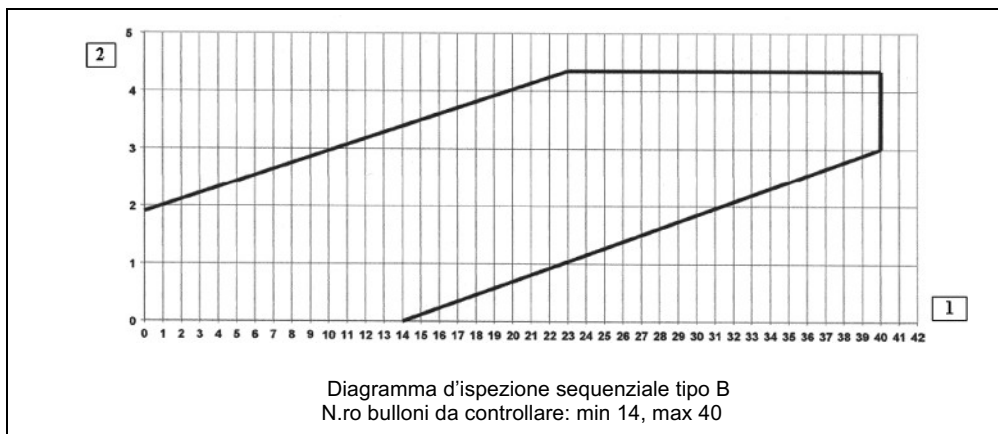
Linea punteggiata: il controllo dei primi 3 bulloni ha dato esito positivo, il 4° negativo, il 5°, 6° e 7° ancora positivo, il controllo è continuato dall'8° al 14° bullone con esito positivo, finché la linea punteggiata ha incrociato la linea di confine verticale. Il risultato globale è: accettazione.

Linea tratteggiata: il primo bullone è risultato positivo, il 2° negativo, il 3°, 4° e 5° positivi, il 6° negativo, dal 7° all'11° positivi, il 12° negativo. La linea tratteggiata ha intersecato il confine nella zona di rigetto, perciò il risultato

globale è: rigetto.

Tabella 11.4.2– Diagrammi d'ispezione sequenziale per il controllo del serraggio dei bulloni pretesi





#### - Tolleranze di fabbricazione

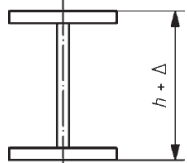
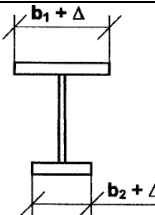
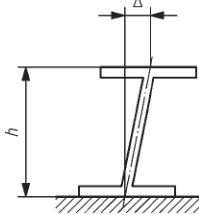
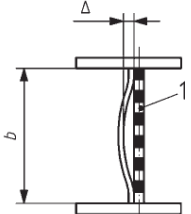
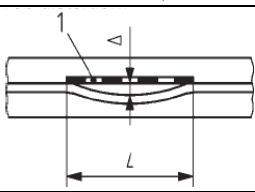
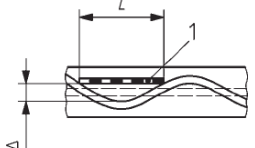
Le tolleranze di fabbricazione definite “essenziali” di cui alla UNI EN 1090-2, §11.1 e tabelle D.1.1 – D.1.10, sono quelle il cui mancato rispetto può alterare alcune ipotesi sulle quali le strutture sono state calcolate. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del processo di fabbricazione. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere, che potrebbero consistere anche soltanto in un ricalcolo dell’elemento strutturale interessato, che dimostri, nonostante le non conformità geometriche, comunque il rispetto dei requisiti di stabilità e resistenza stabiliti dalle norme. Delle non conformità e della azione correttiva adottata dovrà essere data comunicazione al Committente e al Direttore dei Lavori.

Le tolleranze di fabbricazione “funzionali” di cui alla UNI EN 1090-2 tabelle D.2.1 – D.2.13 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, etc. L’Appaltatore (se si è scelta la modalità di progettazione A) o il Progettista per conto del Committente (se si è scelta la modalità B o C) devono scegliere, tra tali tolleranze, la classe più opportuna (1 o 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda) per le strutture, o per parti di esse, in funzione della tipologia delle strutture e delle interfacce con altri elementi strutturali o non strutturali. La scelta del livello di tolleranze adottato va indicata al punto 2 – Oggetto.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di fabbricazione, sia essenziali che funzionali, da rispettare.



**Tabella 12.1** - Profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                    | Tolleranza ammessa                                                                                                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <br>Altezza globale $h$                                                                                                       | $\Delta = -\frac{h}{50}$<br>nessun valore positivo                                                                                                                                   |
| 2  | <br>Larghezza delle flange<br>( $b = b_1$ o $b_2$ )                                                                           | $\Delta = -\frac{b}{100}$<br>nessun valore positivo                                                                                                                                  |
| 3  | <br>Verticalità dell'anima agli appoggi,<br>per componenti senza irrigidimenti<br>agli appoggi                               | $\Delta = \pm \frac{h}{200}$<br>$ \Delta  = t_w$ (*)<br>( $t_w$ = spessore anima)                                                                                                    |
| 4  | <br>Deviazione $\Delta$ sull'altezza dell'anima<br>$b$                                                                      | $\Delta = \pm \frac{b}{200}$ se $b/t_w \leq 80$<br>$\Delta = \pm b^2 (16000 t_w)$ se<br>$80 \leq b/t_w \leq 200$<br>$\Delta = \pm \frac{b}{80}$ se $b/t_w > 200$<br>$ \Delta  = t_w$ |
| 5  | <br>Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di mi-<br>sura $L$ uguale all'altezza dell'anima<br>$b$<br>(distorsione dell'anima) | $\Delta = \pm \frac{b}{100}$<br>$ \Delta  = t_w$                                                                                                                                     |
| 6  | <br>Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di mi-<br>sura $L$ uguale all'altezza dell'anima<br>$b$<br>(ondulazione dell'anima) | $\Delta = \pm \frac{b}{100}$<br>$ \Delta  = t_w$                                                                                                                                     |

(\*) (Nota generale) Una espressione del tipo: " $\Delta = \pm h/200$ ;  $|\Delta| = t_w$ " significa: il maggiore tra i 2 valori calcolabili per  $\Delta$ ,  $h/200$  oppure  $t_w$ , è accettabile.

Tabella 12.2 – Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

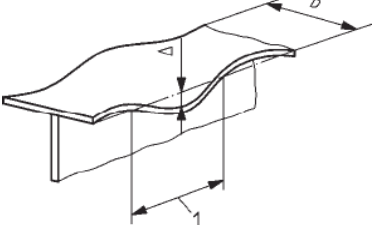
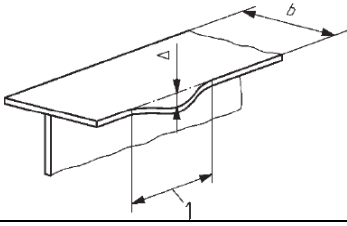
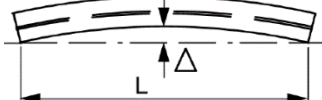
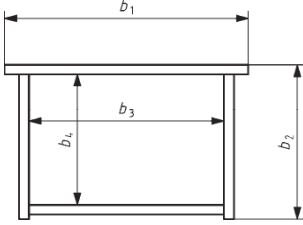
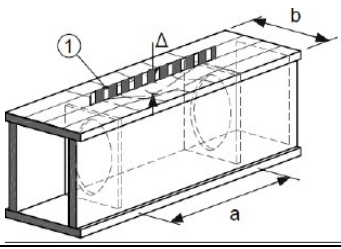
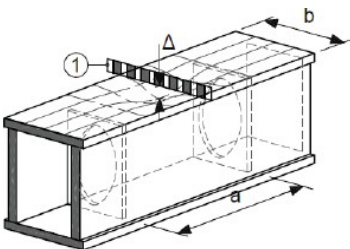
| N. | Descrizione                                                                       | Tolleranza ammessa                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  | $\Delta = \pm \frac{b}{150} \text{ se } b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2 (3000t) \text{ se } b/t > 20$ $t = \text{spessore flangia}$ |
| 2  |  | $\Delta = \pm \frac{b}{150} \text{ se } b/t \leq 20$ $\Delta = \pm b^2 (3000t) \text{ se } b/t > 20$ $t = \text{spessore flangia}$ |
| 3  |  | $\Delta = \pm \frac{L}{750}$                                                                                                       |

Tabella 12.3 – Flange di profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

| N. | Descrizione                                                                         | Tolleranza ammessa                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  | $\Delta = - \frac{b_i}{100}$ $i=1,2,3,4$ $\text{nessun valore positivo}$       |
| 2  |  | $a \leq 2b : \Delta = \pm \frac{a}{250}$ $a > 2b : \Delta = \pm \frac{b}{125}$ |
| 3  |  | $b \leq 2a : \Delta = \pm \frac{b}{250}$ $b > 2a : \Delta = \pm \frac{a}{125}$ |

**Tabella 12.4** – Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione essenziali

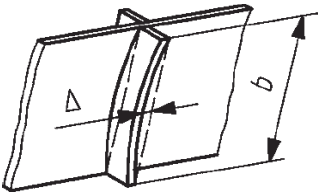
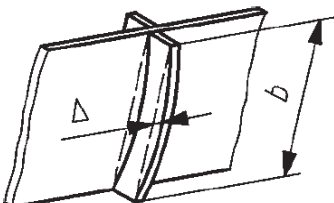
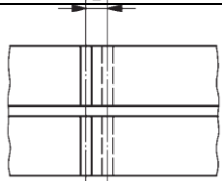
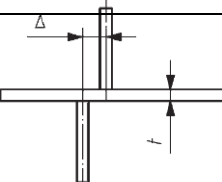
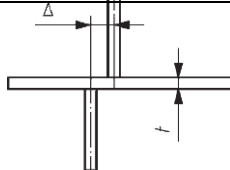
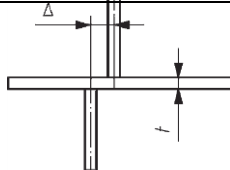
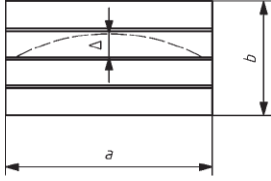
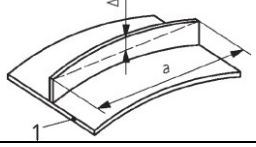
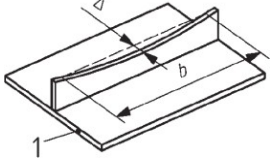
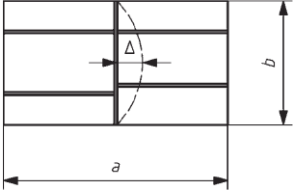
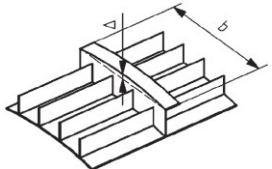
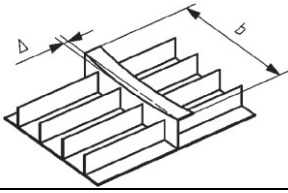
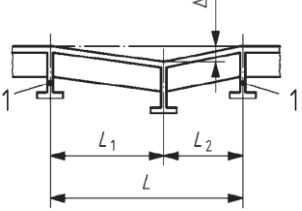
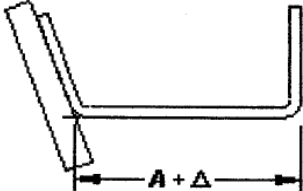
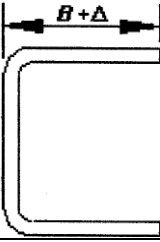
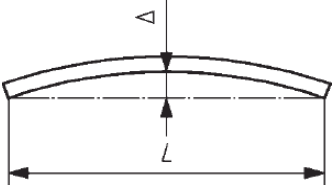
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                             | Tolleranza ammessa                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> sulla rettilineità nel piano dell'anima</p>                         | $\Delta = \pm \frac{b}{250}$ $ \Delta  = 4 \text{ mm}$ |
| 2  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima</p> | $\Delta = \pm \frac{b}{500}$ $ \Delta  = 4 \text{ mm}$ |
| 3  |  <p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica</p>             | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                            |
| 4  |  <p>Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi</p>                | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$                            |
| 5  |  <p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi</p>                               | $\Delta = \pm \frac{t}{2}$                             |
| 6  |  <p>Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi</p>                                   | $\Delta = \pm \frac{t}{3}$                             |

Tabella 12.5 – Piastre nervate – tolleranze di fabbricazione essenziali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                             |                                                                                     | Tolleranza ammessa                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | <p>Rettilinearità degli irrigidimenti: irrigid. long. in piastre irrigidite longitudinalmente</p>                      |   | Deviazione $\Delta$ perpendicolare alla piastra:<br>$\Delta = \pm a/400$                                                   |
| 2  |                                                                                                                                                                                                         |   | Deviazione $\Delta$ parallela alla piastra, su una lunghezza di misura uguale alla larghezza $b$ :<br>$\Delta = \pm b/400$ |
| 3  | <p>Rettilinearità degli irrigidimenti: irrigid. trasv. in piastre irrigidite longitudinalmente e trasversalmente</p>  |   | Deviazione $\Delta$ perpendicolare alla piastra:<br>Il minore tra:<br>$\Delta = \pm a/400$ ;<br>$\Delta = \pm b/400$       |
| 4  |                                                                                                                                                                                                         |  | Deviazione $\Delta$ parallela alla piastra:<br>$\Delta = \pm b/400$                                                        |
| 5  |                                                                                                                      | Differenza di quota tra irrigidimenti trasversali adiacenti                         | $\Delta = \pm L/400$                                                                                                       |

**Tabella 12.6** - Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

| N. | Descrizione                                                                        |                                                  | Tolleranza ammessa                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1  |   | Larghezza A tra due piegature                    | $\Delta = -\frac{A}{50}$<br>nessun valore positivo |
| 2  |   | Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero | $\Delta = -\frac{B}{80}$<br>nessun valore positivo |
| 3  |  | Deviazione $\Delta$ dalla rettilinearità         | $\Delta = \pm \frac{L}{750}$                       |

**Tabella 12.7** – Lamiere piegate a freddo – tolleranze di fabbricazione essenziali

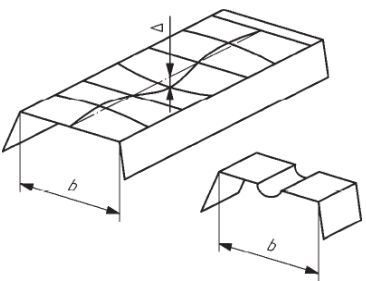
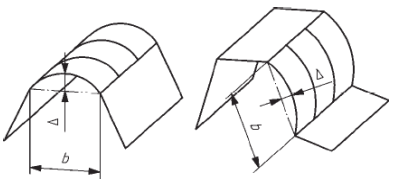
| N. | Descrizione                                                                         |                                                                                                 | Tolleranza ammessa                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1  |  | Planarità di flange o anime irrigidite o non irrigidite:<br>Deviazione $\Delta$ dalla planarità | $\Delta = \pm \frac{b}{50}$            |
| 2  |  | Curvatura di flange o anime: Deviazione $\Delta$ dalla superficie teorica                       | $\Delta = \pm \frac{\overline{b}}{50}$ |

Tabella 12.8 – Strutture tralicciate – tolleranze di fabbricazione essenziali

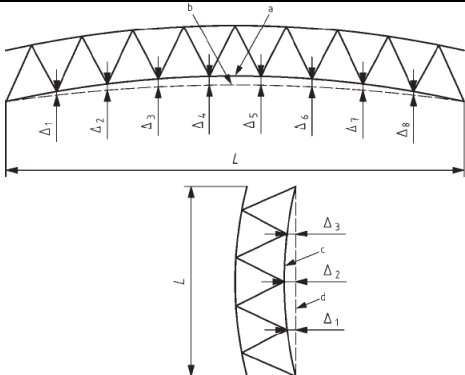
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tolleranza ammessa                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Scostamento <math>\Delta_i</math> di ciascun nodo dalla posizione teorica lungo una linea retta o lungo il profilo di premonta, se previsto, misurato con struttura adagiata in piano</p> | $\Delta_i = \pm \frac{L}{500}$ $ \Delta_i  = 12 \text{ mm}$ <p>il valore maggiore dei due</p> |

Tabella 12.9 - Forature – tolleranze di fabbricazione essenziali

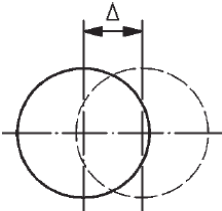
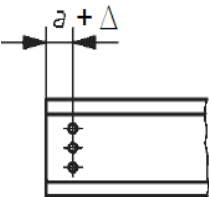
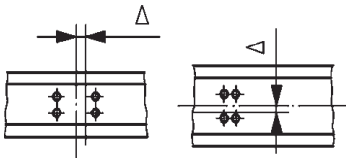
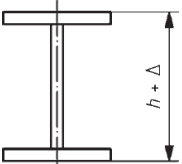
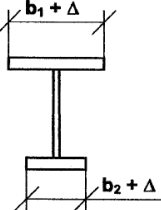
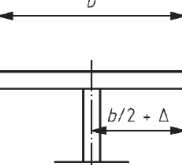
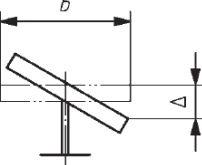
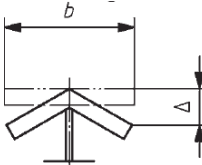
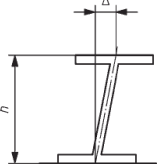
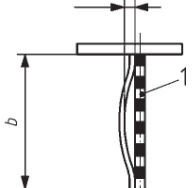
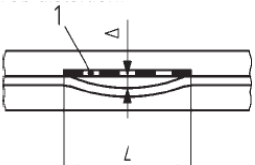
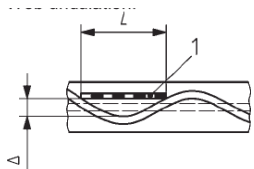
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                    | Tolleranza ammessa                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori</p> | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                   |
| 2  |  <p>Variazione <math>\Delta</math> della distanza <math>a</math> di un foro da un bordo libero</p>                          | $\Delta = - 0 \text{ mm}$ (Nessun valore positivo prescritto) |
| 3  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> di un gruppo di fori dalla posizione teorica</p>                                         | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                   |

Tabella 12.10 - Profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                  | Tolleranza ammessa                                                    |                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                              | Classe 1                                                              | Classe 2                                                              |
| 1  |  <p>Altezza globale <math>h</math>:<br/> <math>h \leq 900</math> mm:<br/> <math>900 &lt; h \leq 1800</math> mm:<br/> <math>h &gt; 1800</math> mm:</p>       | $\Delta = \pm 3$ mm<br>$\Delta = \pm h / 300$<br>$\Delta = \pm 6$ mm  | $\Delta = \pm 2$ mm<br>$\Delta = \pm h / 450$<br>$\Delta = \pm 4$ mm  |
| 2  |  <p>Larghezza delle flange<br/> <math>(b = b_1 \text{ o } b_2)</math></p>                                                                                   | $\Delta = + b / 100$<br>$ \Delta  = 3$ mm                             | $\Delta = + b / 100$<br>$ \Delta  = 2$ mm                             |
| 3  |  <p>Eccentricità dell'anima:<br/> - in generale:<br/> - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>                                                    | $\Delta = \pm 5$ mm<br>$\Delta = \pm 3$ mm                            | $\Delta = \pm 4$ mm<br>$\Delta = \pm 2$ mm                            |
| 4  |  <p>Non perpendicolarità flangia-anima:<br/> - in generale:<br/> - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>                                        | $\Delta = \pm b / 100$<br>$ \Delta  = 5$ mm<br>$\Delta = \pm b / 400$ | $\Delta = \pm b / 100$<br>$ \Delta  = 3$ mm<br>$\Delta = \pm b / 400$ |
| 5  |  <p>Fuori piano flangia:<br/> - in generale:<br/> - flangia in contatto con appoggi strutturali:</p>                                                      | $\Delta = \pm b / 150$<br>$ \Delta  = 3$ mm<br>$\Delta = \pm b / 400$ | $\Delta = \pm b / 150$<br>$ \Delta  = 2$ mm<br>$\Delta = \pm b / 400$ |
| 6  |  <p>Verticalità dell'anima agli appoggi, per componenti senza irrigidimenti agli appoggi</p>                                                              | $\Delta = \pm b / 300$<br>$ \Delta  = 3$ mm                           | $\Delta = \pm b / 500$<br>$ \Delta  = 2$ mm                           |
| 7  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> sull'altezza dell'anima <math>b</math> (*)</p>                                                                         | $\Delta = \pm b / 100$<br>$ \Delta  = 5$ mm                           | $\Delta = \pm b / 150$<br>$ \Delta  = 3$ mm                           |
| 8  |  <p>Deviazione <math>\Delta</math> sulla lunghezza di misura <math>L</math> uguale all'altezza dell'anima <math>b</math> (distorsione dell'anima) (*)</p> | $\Delta = \pm b / 100$<br>$ \Delta  = 5$ mm                           | $\Delta = \pm b / 150$<br>$ \Delta  = 3$ mm                           |

|   |                                                                                   |                                                                                                                  |                                                     |                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 9 |  | Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di misura $L$ uguale all'altezza dell'anima $b$ (ondulazione dell'anima) (*) | $\Delta = \pm b / 100$<br>$ \Delta  = 5 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm b / 150$<br>$ \Delta  = 3 \text{ mm}$ |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

(\*) Valori validi anche per anime di profili scatolari

Tabella 12.11 – Flange di profili composti saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

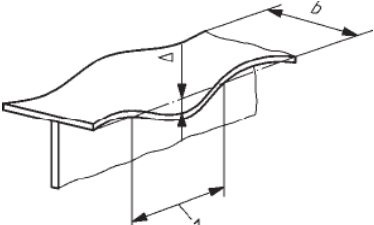
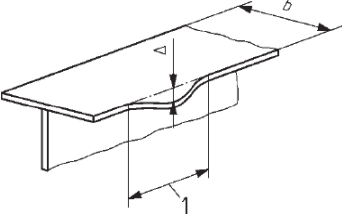
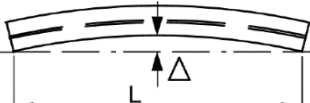
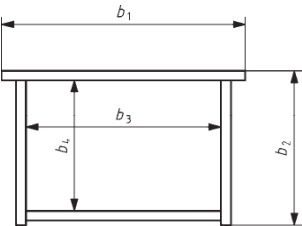
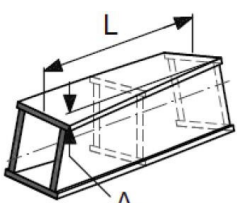
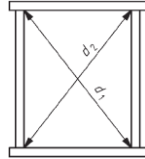
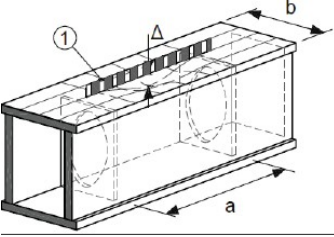
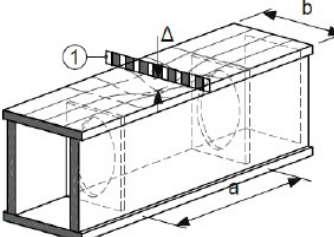
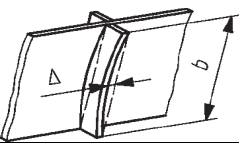
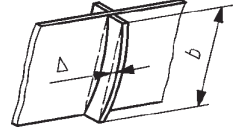




| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                | Tolleranza ammessa           |                               |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                            | Classe 1                     | Classe 2                      |
| 1  | <br>Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia $b$ (ondulazione della flangia)  | $\Delta = \pm \frac{b}{100}$ | $\Delta = \pm \frac{b}{150}$  |
| 2  | <br>Deviazione $\Delta$ sulla lunghezza di misura 1 uguale alla larghezza della flangia $b$ (ondulazione della flangia) | $\Delta = \pm \frac{b}{100}$ | $\Delta = \pm \frac{b}{150}$  |
| 3  | <br>Deviazione $\Delta$ delle singole flange dalla rettilineità                                                         | $\Delta = \pm \frac{L}{750}$ | $\Delta = \pm \frac{L}{1000}$ |



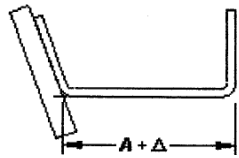
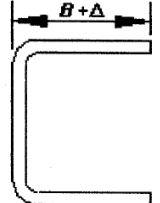
Tabella 12.12 - Profili scatolati saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                          | Tolleranza ammessa                                                              |                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Classe 1                                                                        | Classe 2                                                                        |
| 1  |  <p>Dimensioni interne od esterne:</p> <p><math>b_i \leq 900</math> mm:<br/> <math>900 &lt; b_i \leq 1800</math> mm:<br/> <math>b_i &gt; 1800</math> mm:</p>                                        | $\Delta = \pm 3$ mm<br>$\Delta = \pm b_i / 300$<br>$\Delta = \pm 6$ mm          | $\Delta = \pm 2$ mm<br>$\Delta = \pm b_i / 450$<br>$\Delta = \pm 4$ mm          |
| 2  |  <p>Torsione:</p> <p>Deviazione globale <math>\Delta</math> sulla lunghezza <math>L</math></p>                                                                                                      | $\Delta = \pm \frac{L}{700}$<br>$ \Delta  \geq 4$ mm<br>$ \Delta  \leq 10$ mm   | $\Delta = \pm \frac{L}{1000}$<br>$ \Delta  \geq 3$ mm<br>$ \Delta  \leq 8$ mm   |
| 3  |  <p>Differenza <math>\Delta</math> tra le dimensioni delle diagonali nelle sezioni diaframmate:</p> <p><math>\Delta = d_1 - d_2</math></p>                                                         | $\Delta = \pm \frac{d_1 + d_2}{400}$<br>$\Delta \geq 6$ mm                      | $\Delta = \pm \frac{d_1 + d_2}{600}$<br>$\Delta \geq 4$ mm                      |
| 4  |  <p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso generale: Distorsione <math>\Delta</math> perpendicolare al piano del piatto</p>                                       | $a \leq 2b$ :<br>$\Delta = \pm a / 250$<br>$a > 2b$ :<br>$\Delta = \pm b / 125$ | $a \leq 2b$ :<br>$\Delta = \pm a / 250$<br>$a > 2b$ :<br>$\Delta = \pm b / 125$ |
| 5  |  <p>Imperfezioni fuori dal piano dei piatti, tra anime o irrigidenti, caso speciale con compressione in direz. ortogonale: Distorsione <math>\Delta</math> perpendicolare al piano del piatto</p> | $b \leq 2a$ :<br>$\Delta = \pm b / 250$<br>$b > 2a$ :<br>$\Delta = \pm a / 125$ | $b \leq 2a$ :<br>$\Delta = \pm b / 250$<br>$b > 2a$ :<br>$\Delta = \pm a / 125$ |

**Tabella 12.13** – Irrigidimenti d'anima di profili composti o scatolari saldati – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                          | Tolleranza ammessa                                              |                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                      | Classe 1                                                        | Classe 2                                                        |
| 1  |  Deviazione $\Delta$ sulla rettilineità nel piano dell'anima                        | $\Delta = \pm \frac{b}{250}$<br>$ \Delta  = 4 \text{ mm}$       | $\Delta = \pm \frac{b}{375}$<br>$ \Delta  = 2 \text{ mm}$       |
| 2  |  Deviazione $\Delta$ dalla rettilineità in direzione ortogonale al piano dell'anima | $\Delta = \pm \frac{b}{500}$<br>ma<br>$ \Delta  = 4 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm \frac{b}{750}$<br>ma<br>$ \Delta  = 2 \text{ mm}$ |
| 3  |  Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, posiz. generica   | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                     | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$                                     |
| 4  |  Distanza di un irrigidimento dell'anima dalla posizione teorica, agli appoggi      | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$                                     | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                     |
| 5  |  Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, posiz. qualsiasi                    | $\Delta = \pm \frac{t}{2}$                                      | $\Delta = \pm \frac{t}{3}$                                      |
| 6  |  Eccentricità tra una coppia di irrigidimenti, agli appoggi                       | $\Delta = \pm \frac{t}{3}$                                      | $\Delta = \pm \frac{t}{4}$                                      |

**Tabella 12.14** - Profili piegati a freddo – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Tolleranza ammessa                                                                                                       |                                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Classe 1                                                                                                                 | Classe 2                                                                                                                 |
| 1  |  Larghezza A tra due piegature:<br>$t < 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}$ :<br>$t < 3 \text{ mm}; L \geq 7 \text{ m}$ :<br>$t \geq 3 \text{ mm}; L < 7 \text{ m}$ :<br>$t \geq 3 \text{ mm}; L \geq 7 \text{ m}$ : | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$<br>$\Delta = -3/+5 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 5 \text{ mm}$<br>$\Delta = -5/+9 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$<br>$\Delta = -2/+4 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 3 \text{ mm}$<br>$\Delta = -3/+6 \text{ mm}$ |
| 2  |  Larghezza B tra una piegatura ed un bordo libero<br>- bordo laminato:<br>$t < 3 \text{ mm}$ :<br>$t \geq 3 \text{ mm}$ :<br>- bordo tagliato:<br>$t < 3 \text{ mm}$ :<br>$t \geq 3 \text{ mm}$ :               | $\Delta = -3/+6 \text{ mm}$<br>$\Delta = -5/+7 \text{ mm}$<br>$\Delta = -2/+5 \text{ mm}$<br>$\Delta = -3/+6 \text{ mm}$ | $\Delta = -2/+4 \text{ mm}$<br>$\Delta = -3/+5 \text{ mm}$<br>$\Delta = -1/+3 \text{ mm}$<br>$\Delta = -2/+4 \text{ mm}$ |

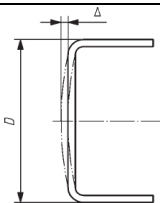
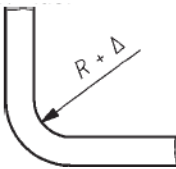
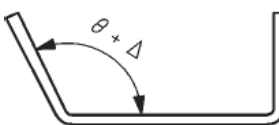
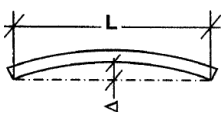
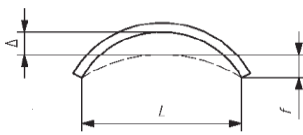
|   |                                                                                   |                                          |                             |                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 3 |  | Convessità o concavità                   | $\Delta = \pm D/50$         | $\Delta = \pm D/100$        |
| 4 |  | Raggio interno di piegatura R            | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ |
| 5 |  | Angolo $\theta$ tra componenti adiacenti | $\Delta = \pm 3^\circ$      | $\Delta = \pm 2^\circ$      |

Tabella 12.15 – Componenti lavorati – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                        |                                                                                         | Tolleranza ammessa                                          |                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                    |                                                                                         | Classe 1                                                    | Classe 2                                                     |
| 1  | Lunghezza dei profilati L<br>caso generale                                                                         | Lunghezza L misurata includendo lo spessore di eventuali piastre saldate alle estremità | $\Delta = \pm \left( \frac{L}{5000} + 2 \right) \text{ mm}$ | $\Delta = \pm \left( \frac{L}{10000} + 2 \right) \text{ mm}$ |
| 2  | Lunghezza dei profilati L<br>superfici spianate a contatto                                                         |                                                                                         | $\Delta \pm 1 \text{ mm}$                                   | $\Delta \pm 1 \text{ mm}$                                    |
| 3  |                                 | (Deviazione dalla rettilineità di un profilato, laminato o saldato, entrambi gli assi)  | $\Delta = \pm \frac{L}{750}$<br>$ \Delta  = 5 \text{ mm}$   | $\Delta = \pm \frac{L}{750}$<br>$ \Delta  = 3 \text{ mm}$    |
| 4  | <br>Elementi curvi o calandrati |                                                                                         | $\Delta = \pm \frac{L}{500}$<br>$ \Delta  = 6 \text{ mm}$   | $\Delta = \pm \frac{L}{1000}$<br>$ \Delta  = 4 \text{ mm}$   |
| 5  | Superficie finita per appoggio a contatto.<br>Scostamento $\Delta$ max dalla sup. piana                            |                                                                                         | $\Delta \pm 0,5 \text{ mm}$                                 | $\Delta \pm 0,25 \text{ mm}$                                 |

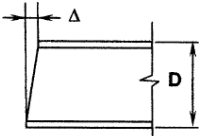
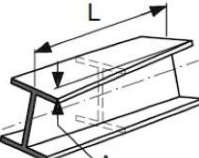
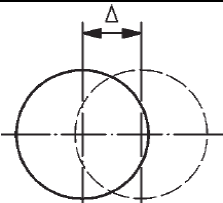
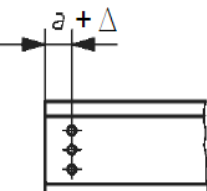
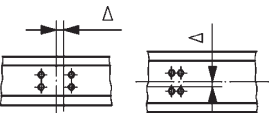
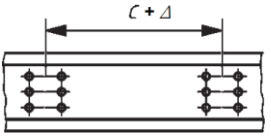
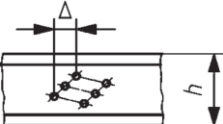
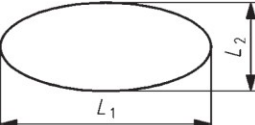
|   |                                                                                   |                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 |  | Ortogonalità<br>sup. di<br>estremità                           | sup. a contatto:<br>$\Delta = \pm D / 1000$<br>sup. non a contatto:<br>$\Delta = \pm D / 300$<br>Se l'elemento contiguo<br>dista > 20 mm:<br>$\Delta = \pm D / 100$ | sup. a contatto:<br>$\Delta = \pm D / 1000$<br>sup. non a contatto:<br>$\Delta = \pm D / 300$<br>ma $ \Delta  \leq 10 \text{ mm}$ |
| 7 |  | Torsione.<br>Deviazione<br>globale Δ<br>sulla lun-<br>ghezza L | $\Delta = \pm \frac{L}{700}$<br>$4 \text{ mm} \leq  \Delta  \leq 20 \text{ mm}$                                                                                     | $\Delta = \pm \frac{L}{1000}$<br>$3 \text{ mm} \leq  \Delta  \leq 15 \text{ mm}$                                                  |

Tabella 12.16 – Forature, spallature, tagli – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                               | Tolleranza ammessa                                                                                                             |                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                           | Classe 1                                                                                                                       | Classe 2                                                                                                              |
| 1  | <br>Scostamento Δ dell'asse di un singolo foro dalla posizione teorica all'interno di un gruppo di fori | $\Delta \pm 2 \text{ mm} (*)$                                                                                                  | $\Delta \pm 1 \text{ mm}$                                                                                             |
| 2  | <br>Variazione Δ della distanza a di un foro da un bordo libero                                        | $\Delta = - 0 \text{ mm}$<br>$\Delta = + 3 \text{ mm} (*)$                                                                     | $\Delta = - 0 \text{ mm}$<br>$\Delta = + 2 \text{ mm} (*)$                                                            |
| 3  | <br>Scostamento Δ di un gruppo di fori dalla posizione teorica                                         | $\Delta \pm 2 \text{ mm} (*)$                                                                                                  | $\Delta \pm 1 \text{ mm}$                                                                                             |
| 4  | <br>Scostamento Δ della spaziatura c tra i baricentri di gruppi di fori                                | $\Delta = \pm 5 \text{ mm} (**)$ caso generale<br>$\Delta = \pm 2 \text{ mm} (*)$ stesso elem. connesso ai 2 gruppi di bulloni | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$ caso generale<br>$\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ stesso elem. connesso ai 2 gruppi di bulloni |
| 5  | <br>Rotazione di un gruppo di fori:<br>$h \leq 1000 \text{ mm}$<br>$h > 1000 \text{ mm}$               | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 4 \text{ mm}$                                                                     | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                                            |
| 6  | <br>Ovalizzazione dei fori<br>$\Delta = L_1 - L_2$                                                     | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$                                                                                                    | $\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$                                                                                         |

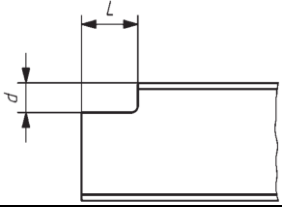
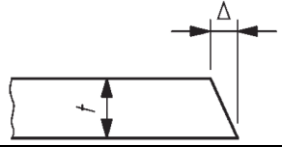
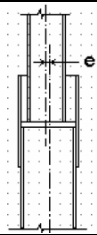
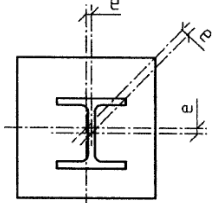
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                   |                                                                                |                                                         |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Spallature Scostamento $\Delta$ della misura in altezza $d$ o in lunghezza $L$ | $-\Delta = 0 \text{ mm}$<br>$+\Delta \leq 3 \text{ mm}$ | $-\Delta = 0 \text{ mm}$<br>$+\Delta \leq 2 \text{ mm}$ |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | Scostamento $\Delta$ dai 90° di un taglio di bordo                             | $\Delta = \pm 0,1t$                                     | $\Delta = \pm 0,05t$                                    |
| <p>NOTE:</p> <p>(*) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: <math>\Delta = \pm 1 \text{ mm}</math> ;</p> <p>(**) Valori da adottare se si usano i giochi foro-bullone della Tabella 9.6.1 (conforme a UNI EN 1090). Se si usano invece i valori delle NTC usare il valore: <math>\Delta = \pm 2 \text{ mm}</math> .</p> |                                                                                   |                                                                                |                                                         |                                                         |

Tabella 12.17 – Giunti di colonne e piastre di base – tolleranze di fabbricazione funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                        | Tolleranza ammessa     |                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
|    |                                                                                                                                                    | Classe 1               | Classe 2               |
| 1  | <br>Disallineamento dell'asse delle colonne in un giunto         | $e = \pm 5 \text{ mm}$ | $e = \pm 3 \text{ mm}$ |
| 2  | <br>disallineamento della colonna rispetto alla piastra di base | $e = \pm 5 \text{ mm}$ | $e = \pm 3 \text{ mm}$ |

#### - Montaggio

L'Appaltatore deve organizzare il proprio cantiere in modo da soddisfare i requisiti tecnici che garantiscono la sicurezza dei lavori, mostrando di aver esaminato e preso in considerazione almeno i seguenti punti, se pertinenti:

impiego dei mezzi di sollevamento e loro manutenzione;

viabilità interna e di accesso;

condizioni del terreno influenzanti la sicurezza dei lavori;

possibili cedimenti dei supporti di montaggio delle strutture;

conoscenza dettagliata degli underground, dei cavi sospesi e degli eventuali ostacoli;

limitazioni dimensionali e di peso dei componenti da spedire in cantiere;

condizioni ambientali del sito;

strutture adiacenti influenzanti il montaggio;

procedure di cooperazione con altri Appaltatori agenti nel sito;

disponibilità di utenze;

carichi massimi di stoccaggio e di montaggio ammessi sulle strutture;

controllo del getto di calcestruzzo per strutture composte.

L'Appaltatore deve redigere per ogni opera un opportuno Metodo di Montaggio, tenendo in conto la tipologia del progetto quale appare dai documenti progettuali e le eventuali prescrizioni ivi contenute, affinché le attività di montaggio siano svolte in totale sicurezza ed al fine di raggiungere il livello di qualità stabilito per l'opera nei tempi stabiliti dal programma temporale.

Tali procedure devono essere consegnate al Direttore dei Lavori per approvazione, prima dell'inizio di ogni attività di montaggio. Il Direttore dei Lavori, prima di dare la propria approvazione, deve richiedere l'esame del Metodo di Montaggio da parte del Progettista ed ottenere la sua approvazione scritta, al fine di certificare che il metodo di montaggio previsto dall'Appaltatore non sia in contrasto con i requisiti e le ipotesi progettuali e non ne diminuisca il livello di sicurezza.

Le attività di montaggio di un'opera non possono iniziare prima che il relativo Metodo di Montaggio sia stato approvato dal Direttore dei Lavori.

Nel Metodo di Montaggio devono essere inclusi, se pertinenti, i seguenti punti:

Posizione e tipologia delle connessioni delle strutture da effettuare in opera;

Pesi e dimensioni massime degli elementi da montare;

Sequenze di montaggio;

Stabilità dell'opera in fase di montaggio. A tale scopo il Progettista deve rendere noto all'Appaltatore la posizione nella struttura di controventature temporanee, impalcati metallici o altri ritegni che sono necessari per garantire la stabilità di ogni singolo elemento o dell'intera struttura, se previsti a progetto;

Condizioni per la rimozione delle controventature provvisorie di montaggio;

Qualsiasi circostanza che possa causare rischi durante le fasi di montaggio;

Metodi previsti per l'allineamento delle strutture e per l'inghisaggio delle stesse;

Risultati da eventuali attività di premontaggio;

Vincoli provvisori da imporre per assicurare la stabilità prima delle operazioni di saldatura in opera e per tenere sotto controllo eventuali deformazioni locali;

Apparecchiature di sollevamento necessarie;

Necessità di marcare pesi e baricentri per pezzi pesanti e/o irregolari;

Relazione tra pesi da sollevare e raggio d'azione dei mezzi di sollevamento impiegati;

Identificazione delle azioni di ribaltamento causate dal vento durante le fasi di montaggio, ed indicazione del metodo per contrastarle;

Metodi per far fronte ai rischi per la sicurezza;

Realizzazione di aree di lavoro sicure e di mezzi sicuri di accesso ad esse;

Devono essere pianificate sequenze di fissaggio di lamiera grecate per solette composte acciaio-calcestruzzo tali da garantire che le lamiere siano adeguatamente supportate dalle travi prima del fissaggio, e che siano fissate alle strutture prima di essere impiegate come mezzo di accesso ad altre aree di lavoro;

Le lamiere grecate non devono essere usate come mezzo di accesso per la saldatura di piolature, se non precedentemente fissate alle strutture;

Sequenze di posa in opera e metodi per assicurare e sigillare cassetture, prima di impiegarle come mezzo di accesso per altre operazioni di costruzione.

L'Appaltatore deve predisporre disegni di montaggio che fanno parte integrante del Metodo di Montaggio. Essi devono contenere le seguenti informazioni:

piante ed elevazioni in una scala tale che tutte le marche di montaggio dei singoli componenti siano visibili;

assi delle strutture, la posizione degli appoggi e l'assemblaggio dei componenti insieme alle tolleranze di montaggio ammesse;

le piante delle fondazioni devono mostrare l'orientamento delle basi delle colonne e di altre strutture in contatto diretto con le fondazioni, la quota delle fondazioni e la quota d'imposta delle strutture, il giusto livello di dettaglio per la posa in opera dei tirafondi, il metodo di supporto provvisorio previsto durante il montaggio e l'inghisaggio previsto;

le eventuali opere provvisorie necessarie per il montaggio;

i pesi dei componenti maggiori di 5 ton e la posizione dei baricentri dei componenti molto irregolari.

I componenti devono essere movimentati e accuratamente stoccati in modo da minimizzare il rischio di abrasioni o danni alle superfici.

Gli elementi per le connessioni e gli elementi metallici di piccole dimensioni devono essere immagazzinati in spazi chiusi e asciutti.

Ogni danno alla struttura metallica durante la fase di scarico, trasporto, stoccaggio o messa in opera deve essere riparato in modo tale da rispettare i limiti di lavorazione indicati in questo CT. Per le classi di esecuzione EXC2, EXC3 ed EXC4 deve essere preparata una procedura riguardo ai metodi di riparazione da adottare.

Le parti connesse dalle bullonature devono essere a stretto contatto. Qualora vi sia uno spazio tra gli elementi che possa compromettere l'integrità della connessione, esso deve essere colmato mediante l'inserimento di opportuni spessori. Se la mancanza di corrispondenza delle connessioni non può essere risolta con l'uso di spessoramenti, i pezzi devono essere modificati in modo opportuno, garantendo che le prestazioni strutturali non subiscano penalizzazioni in fase di montaggio e in fase di esercizio.

Se durante il montaggio si rileva un disallineamento dei fori, si può ricorrere all'alesaggio dei fori stessi purché il diametro finale dei fori rientri nei limiti stabiliti per la categoria dei "fori maggiorati" di cui alla tabella 9.6.1, e solo dopo avere richiesto ed ottenuto il parere favorevole del Progettista, di cui deve restare evidenza.

Per consentire un appropriato allineamento e livellamento della struttura sulle fondazioni, possono essere utilizzati spessori in acciaio, purché presentino superfici piane ed adeguata resistenza alla deformazione. Se essi vengono lasciati in opera durante l'inghisaggio, la malta deve ricoprirli totalmente per almeno 25 mm in ogni direzione.

Se la messa in bolla della base delle colonne avviene mediante dadi di livellamento posti sotto le piastre di base, questi possono essere lasciati in posizione a meno che non sia specificato diversamente. I dadi devono essere scelti in modo da assicurare che siano adatti a mantenere la stabilità della struttura senza mettere a repentaglio la prestazione dei bulloni di ancoraggio.

L'inghisaggio della base delle colonne non deve essere effettuato fin tanto che una sufficiente parte della struttura non sia stata allineata, messa a livello o a piombo e adeguatamente controventata.

Immediatamente prima del getto della malta di riempimento, lo spazio sotto la base delle colonne deve essere pulito e liberato da ogni elemento estraneo.

I materiali per l'inghisaggio possono essere malte di cemento Portland o malte premiscelate. Calcestruzzo con inerti di basso diametro può essere usato solo per spessori d'inghisaggio maggiori di 50 mm.

Il materiale d'inghisaggio deve essere posto in opera in modo da non lasciare vuoti o vespai. A tale scopo opportuni fori di sfiato devono essere predisposti nelle piastre di base.

I fori nelle piastre di base delle colonne per i tirafondi possono avere un diametro maggiorato in modo tale da consentire aggiustamenti. In tal caso è necessario l'uso di rondelle di grosso spessore da porre tra i dadi e la piastra di base.

L'Appaltatore deve progettare e prevedere i ritegni e le controventature provvisorie.

L'Appaltatore deve assicurare che nessuna parte della struttura venga permanentemente danneggiata dall'accumulo dei materiali o dai carichi dovuti alle fasi di montaggio degli elementi.

Il Committente deve assicurare che non siano applicati carichi sulla struttura parzialmente montata senza il permesso dell'Appaltatore.

Ogni parte della struttura deve essere allineata appena possibile, dopo che è stata messa in opera. Non devono essere realizzate connessioni permanenti fra i diversi componenti finché sufficienti parti della struttura non siano state allineate, messe a livello, a piombo e connesse temporaneamente per garantire che questi

componenti non subiscano spostamenti durante le successive fasi di montaggio o allineamento del resto della struttura.

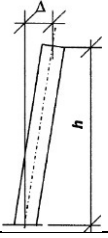
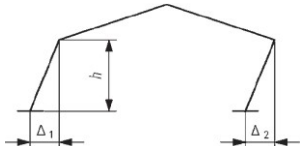
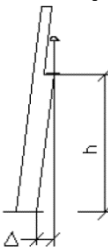
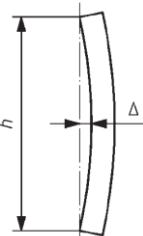
- Tolleranze di montaggio

Le tolleranze di montaggio definite "essenziali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle il cui mancato rispetto può pregiudicare la stabilità e/o la resistenza delle strutture. Esse devono essere in ogni caso rispettate nel corso del montaggio. Per i componenti per i quali risultasse il mancato rispetto di una o più di tali limiti, dovrà essere informato il Direttore dei Lavori e dovrà essere emessa una azione di non conformità ed esaminate le opportune azioni correttive da intraprendere.

Le tolleranze di montaggio "funzionali" di cui alla UNI EN 1090-2 §11.1 sono quelle che attengono ai problemi di compatibilità con altri materiali, di estetica, di compatibilità con macchinari (es. carroponti) o apparecchiature, etc. Esse sono distinte in due classi, 1 e 2, con prescrizioni più restrittive passando dalla prima alla seconda. Nel caso specifico la scelta del livello di tolleranze adottato è la classe 2.

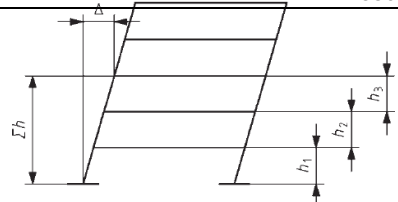
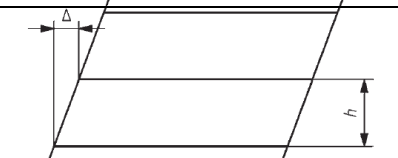
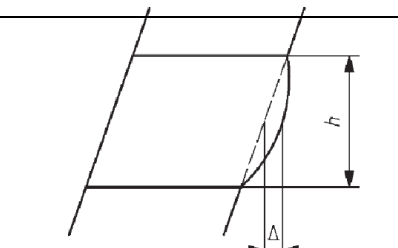
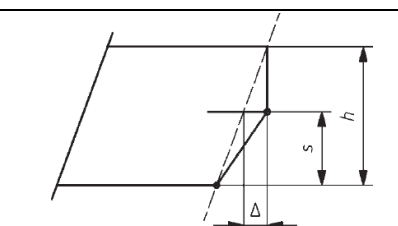
Nelle tabelle seguenti vengono riportate le principali tolleranze di montaggio, sia essenziali che funzionali, da rispettare.

**Tabella 14.1** – Colonne di edifici monopiano– tolleranze di montaggio essenziali

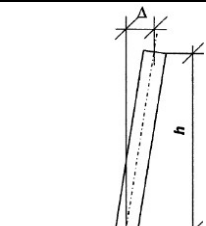
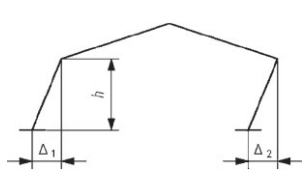
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                             | Tolleranza ammessa            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1  |  <p>Inclinazione globale sull'altezza <math>h</math></p>                                                                               | $\Delta = \pm \frac{h}{300}$  |
| 2  |  <p>Inclinazione media delle colonne dello stesso portale<br/>Per due colonne:<br/><math>\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2</math></p> | $\Delta = \pm \frac{h}{500}$  |
| 3  |  <p>Inclinazione dalla quota d'imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponete</p>                                    | $\Delta = \pm \frac{h}{1000}$ |
| 4  |  <p>Rettilinearità della colonna di un edificio monopiano</p>                                                                        | $\Delta = \pm \frac{h}{750}$  |



**Tabella 14.2** – Colonne di edifici multipiano– tolleranze di montaggio essenziali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                             | Tolleranza ammessa                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1  |  <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla quota d'imposta</p>                  | $\Delta = \pm \frac{\sum h_i}{\sqrt{300 \cdot n}}$ <p>(n=numero piani)</p> |
| 2  |  <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla sua posizione al piano inferiore</p> | $\Delta = \pm \frac{h}{500}$                                               |
| 3  |  <p>Scostamento dell'asse reale di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità</p>                           | $\Delta = \pm \frac{h}{750}$                                               |
| 4  |  <p>Scostamento del giunto di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità</p>                               | $\Delta = \pm \frac{h}{750}$ <p><math>s \leq h/2</math></p>                |

**Tabella 14.3** — Colonne di edifici monopiano - tolleranze di montaggio funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                               | Tolleranza ammessa                                                              |                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                           | Classe 1                                                                        | Classe 2                                                                         |
| 1  |  <p>Inclinazione globale sull'altezza <math>h</math></p>                                                                               | $\Delta = \pm h / 600$ <p>o 5 mm<br/>il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm</p> | $\Delta = \pm h / 1000$ <p>o 5 mm<br/>il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm</p> |
| 2  |  <p>Inclinazione media delle colonne dello stesso portale<br/>Per due colonne:<br/><math>\Delta = (\Delta_1 + \Delta_2) / 2</math></p> | $\Delta = \pm \frac{h}{600}$                                                    | $\Delta = \pm \frac{h}{1000}$                                                    |

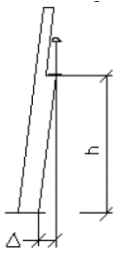
|   |                                                                                   |                                                                                           |                                                                          |                                                                            |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 3 |  | Inclinazione dalla quota d'imposta al piano di appoggio della via di corsa del carroponte | $\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm<br>il maggiore dei 2, ma non più di 25 mm | $\Delta = \pm h / 1000$ o 5 mm<br>il maggiore dei 2,23 ma non più di 15 mm |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|

Tabella 14.4 — Colonne di edifici multipiano - tolleranze di montaggio funzionali

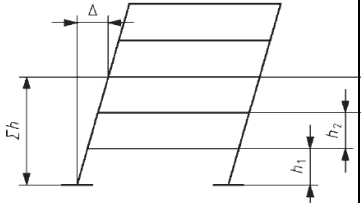
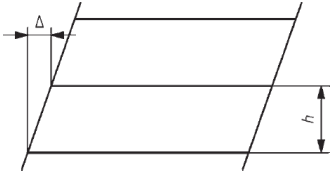
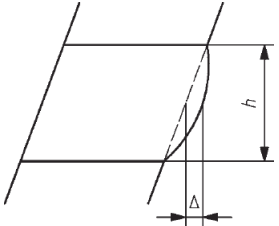
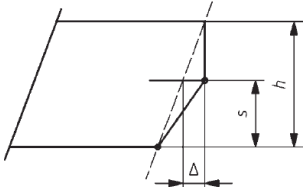
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                               | Tolleranza ammessa                                                         |                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                           | Classe 1                                                                   | Classe 2                                                                   |
| 1  |  <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla quota d'imposta</p>                   | $\Delta = \pm \frac{\sum h_i}{300 \cdot \sqrt{n}}$ <p>(n=numero piani)</p> | $\Delta = \pm \frac{\sum h_i}{500 \cdot \sqrt{n}}$ <p>(n=numero piani)</p> |
| 2  |  <p>Scostamento dalla verticale della posizione di una colonna di qualsiasi livello rispetto alla sua posizione al piano inferiore</p> | $\Delta = \pm h/500$                                                       | $\Delta = \pm h/1000$                                                      |
| 3  |  <p>Scostamento dell'asse reale di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità</p>                            | $\Delta = \pm h/750$                                                       | $\Delta = \pm h/1000$                                                      |
| 4  |  <p>Scostamento del giunto di una colonna rispetto alla retta congiungente le sezioni di estremità</p>                                 | $\Delta = \pm h/750$<br>$s \leq h/2$                                       | $\Delta = \pm h/1000$<br>$s \leq h/2$                                      |

Tabella 14.5 - Posizione dei tirafondi ed inserti - tolleranze di montaggio funzionali

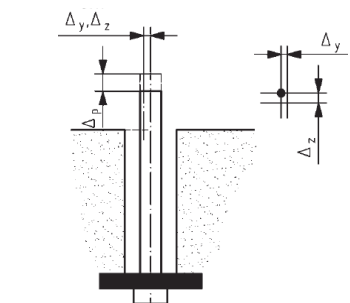
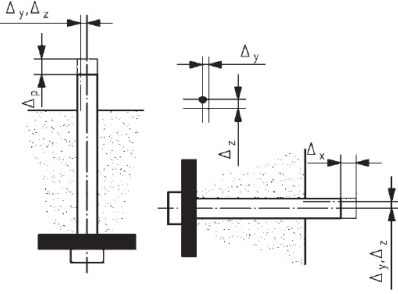
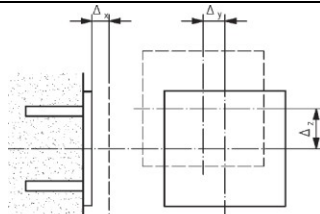
| N. | Descrizione                                                                         | Tolleranza ammessa                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  |    | Tirafondi con possibilità di aggiustaggio<br>$\Delta_y, \Delta_z = \pm 10 \text{ mm}$<br>$-5 \text{ mm} \leq \Delta_p \leq 25 \text{ mm}$                                                      |
| 2  |   | Tirafondi senza possibilità di aggiustaggio<br>$\Delta_y, \Delta_z = \pm 3 \text{ mm}$<br>$-5 \text{ mm} \leq \Delta_p \leq 45 \text{ mm}$<br>$-5 \text{ mm} \leq \Delta_x \leq 45 \text{ mm}$ |
| 3  |  | Piastra di ancoraggio annessa nel calcestruzzo<br>$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                           |

Tabella 14.6 — Posizione colonne - tolleranze di montaggio funzionali

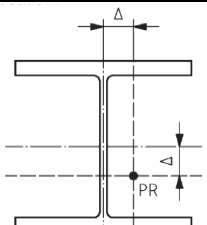
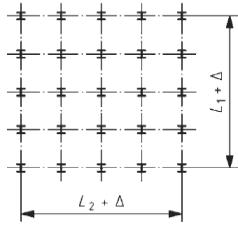
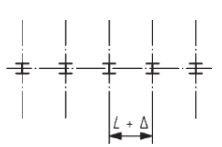
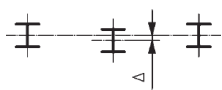

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tolleranza ammessa                                                                                                                               |                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Classe 1                                                                                                                                         | Classe 2                                                                                                                                        |
| 1  |  <p>Posizionamento dell'asse delle colonne rispetto al teorico</p>                                                                                                                               | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                                     | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                                     |
| 2  |  <p>Dimensione globale in pianta di un edificio:<br/> <math>L_i \leq 30 \text{ m}</math><br/> <math>30 \text{ m} &lt; L_i &lt; 250 \text{ m}</math><br/> <math>L_i \geq 250 \text{ m}</math></p> | $\Delta = \pm 20 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,25(L_i + 50) \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,1(L_i + 500) \text{ mm}$<br>$(L_i \text{ in metri})$ | $\Delta = \pm 16 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,2(L_i + 50) \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,1(L_i + 350) \text{ mm}$<br>$(L_i \text{ in metri})$ |
| 3  |  <p>Distanza tra gli assi di colonne adiacenti:<br/> <math>L \leq 5 \text{ m}</math><br/> <math>L &gt; 5 \text{ m}</math></p>                                                                   | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,2(L + 45) \text{ mm}$<br>$(L \text{ in metri})$                                                  | $\Delta = \pm 7 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,2(L + 30) \text{ mm}$<br>$(L \text{ in metri})$                                                  |
| 4  |  <p>Posizione dell'asse delle colonne rispetto all'allineamento</p>                                                                                                                            | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                                     | $\Delta = \pm 7 \text{ mm}$                                                                                                                     |
| 5  |  <p>Posizione del filo del muro perimetrale rispetto alla linea che congiunge gli estradosi delle colonne</p>                                                                                  | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                                     | $\Delta = \pm 7 \text{ mm}$                                                                                                                     |

Tabella 14.7 — Edifici - tolleranze di montaggio funzionali

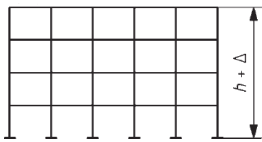
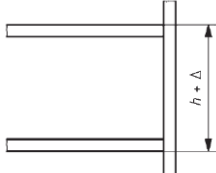
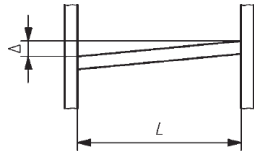
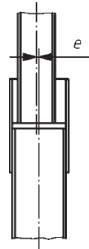
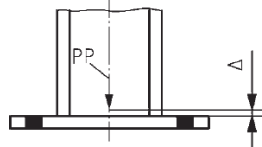
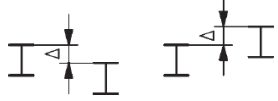
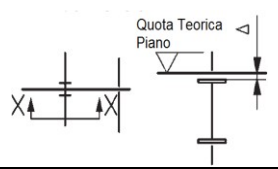
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                 | Tolleranza ammessa                                                                                                          |                                                                                                                              |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                             | Classe 1                                                                                                                    | Classe 2                                                                                                                     |
| 1  |  <p>Altezza globale rispetto q. d'imposta:<br/> <math>h \leq 20 \text{ m}</math><br/> <math>20 &lt; h &lt; 100 \text{ m}</math><br/> <math>h \geq 100 \text{ m}</math></p> | $\Delta = \pm 20 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,5(h+20) \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,2(h+200) \text{ mm}$<br>(h in metri) | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,25(h+20) \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,1(h+200) \text{ mm}$<br>(h in metri) |
| 2  |  <p>Altezza tra livelli adiacenti</p>                                                                                                                                      | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                  |
| 3  |  <p>Elevazione relativa all'altro estremo di una trave</p>                                                                                                                | $\Delta = \pm L / 500$<br>ma<br>$ \Delta  \leq 10 \text{ mm}$                                                               | $\Delta = \pm L / 1000$<br>ma<br>$ \Delta  \leq 5 \text{ mm}$                                                                |
| 4  |  <p>Eccentricità non voluta e in un giunto di colonna</p>                                                                                                                | $e = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                      | $e = \pm 3 \text{ mm}$                                                                                                       |
| 5  |  <p>Livello dell'estradosso della piastra di base, rispetto al teorico</p>                                                                                               | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                 | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                  |
| 6  |  <p>Elevazione di travi adiacenti</p>                                                                                                                                    | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                  |
| 7  |  <p>Elevazione di una trave all'attacco nella colonna, rispetto al livello teorico di piano</p>                                                                          | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                                                                | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                                                                  |

Tabella 14.8 — Travi di edifici - tolleranze di montaggio funzionali

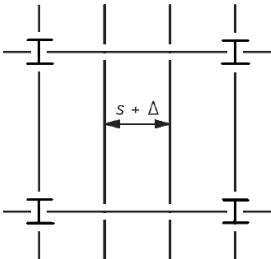
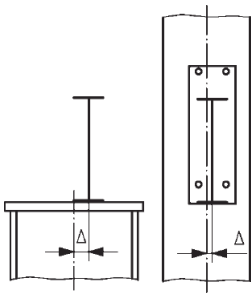
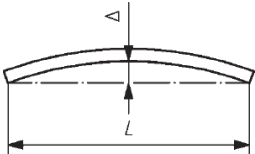
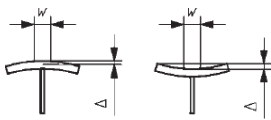
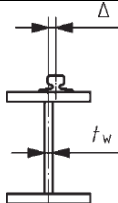
| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                       | Tolleranza ammessa           |                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                   | Classe 1                     | Classe 2                    |
| 1  |  <p>Scostamento <math>\Delta</math> dalla distanza teorica <math>s</math> tra travi adiacenti</p>                                | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$ |
| 2  |  <p>Scostamento <math>\Delta</math> dall'asse teorico di una connessione trave-colonna, misurata relativamente alla colonna</p> | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$  | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$ |
| 3  |  <p>Scostamento <math>\Delta</math> dalla rettilineità di una trave o mensola di lunghezza <math>L</math>, in opera</p>        | $\Delta = \pm L / 500$       | $\Delta = \pm L / 1000$     |

Tabella 14.9 — Vie di corsa dei carroponi - tolleranze di costruzione e montaggio funzionali

| N. | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                      | Tolleranza ammessa                                    |                                                       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                  | Classe 1                                              | Classe 2                                              |
| 1  |  <p>Fuori piano dell'estradosso di una via di corsa su una larghezza <math>w</math> uguale alla larghezza della rotaia più 10 mm per parte</p>                | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$                           | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$                           |
| 2  |  <p>Eccentricità dell'asse della rotaia rispetto all'asse dell'anima:<br/> <math>t_w \leq 10 \text{ mm}</math>:<br/> <math>t_w &gt; 10 \text{ mm}</math>:</p> | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,5 t_w$ | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$<br>$\Delta = \pm 0,5 t_w$ |

|   |  |                                                                 |                             |                               |
|---|--|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 3 |  | Inclinazione della rotaia rispetto al piano orizzontale         | $\Delta \leq \pm b / 333$   | $\Delta \leq \pm b / 333$     |
| 4 |  | Disallineamento verticale tra rotaie in prossimità del giunto   | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ |
| 5 |  | Disallineamento orizzontale tra rotaie in prossimità del giunto | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$ | $\Delta = \pm 0,5 \text{ mm}$ |

Tabella 14.10 — Vie di corsa dei carroporti - tolleranze di montaggio funzionali

| N. | Descrizione                                                 | Tolleranza ammessa                                                                        |                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                             | Classe 1                                                                                  | Classe 2                                                                                  |
| 1  | Posizionamento in piano rispetto all'asse teorico           | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                              | $\Delta = \pm 5 \text{ mm}$                                                               |
| 2  | <br>Rettilineità in orizz. su 2 m                           | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$                                                               | $\Delta = \pm 1 \text{ mm}$                                                               |
| 3  | Quota della rotaia                                          | Rispetto al livello teorico<br>$\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                               | $\Delta = \pm 10 \text{ mm}$                                                              |
| 4  |                                                             | Sulla luce L di una via di corsa<br>$\Delta = \pm L / 1000$                               | $\Delta = \pm L / 1000$                                                                   |
| 5  | <br>Quota della rotaia su 2 m                               | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                                               | $\Delta = \pm 2 \text{ mm}$                                                               |
| 6  | <br>Differenza di livello tra le 2 rotaie con scartamento s | $\Delta = \pm s / 2000$<br>ma<br>$\Delta \leq 10 \text{ mm}$                              | $\Delta = \pm s / 2000$<br>ma<br>$\Delta \leq 10 \text{ mm}$                              |
| 7  | <br>Variazione dello scartamento:<br>s ≤ 15 m:<br>s > 15 m: | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$<br><br>$\Delta = 3 + 0,25 \times (s - 15)$<br>mm (s in metri) | $\Delta = \pm 3 \text{ mm}$<br><br>$\Delta = 3 + 0,25 \times (s - 15)$<br>mm (s in metri) |

- Trasporto

Tutto il materiale lavorato e le parti premontate devono essere adeguatamente conservati per proteggerli dalla corrosione e dai danneggiamenti accidentali.

Tutte le parti pronte per la spedizione devono essere sottoposte ad accurati controlli visivi e dimensionali. I numeri di posizione ed i pesi devono comparire sulle bolle di consegna per la spedizione.

Durante il trasporto i materiali devono essere protetti con opportuni materiali al fine di prevenire danneggiamenti.

- Stoccaggio

L'Appaltatore su richiesta del Committente deve dare la disponibilità di idonee aree di stoccaggio in officina per le strutture pronte per il trasporto, nell'eventualità di non disporre di aree libere per lo stoccaggio in cantiere, definendo preventivamente l'onere per l'occupazione delle aree di stoccaggio.

L'Appaltatore deve consegnare al Committente le opportune istruzioni operative per preservare i materiali staccati in cantiere da corrosione, deterioramento, danni accidentali, etc., prima di iniziare il montaggio.

## **2.24 TUBAZIONI**

### **2.24.1 TUBI DI ACCIAIO**

I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

### **2.24.2 TUBI DI CEMENTO**

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

#### **Tubi di cemento semplice**

Saranno confezionati con impasto dosato a 350 \* 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento, vibrocompresso o centrifugato, e dovranno presentare sezione perfettamente circolare (od ovale, nella sagoma prescritta), generatrice dritta, spessore uniforme (o come da sagoma), elevata resistenza flessionale ed, in frattura, grana omogenea, compatta e resistente.

I tubi potranno essere con giunto ad incastro (a mezzo spessore) o con giunto a bicchiere. I primi nel tipo "A" (circolare con piede), nel tipo "B" (circolare senza piede) e nel tipo "C" (ovoidale con piede); i secondi nel tipo "D" (circolare senza piede) od anche nei tipi corrispondenti agli altri tubi con giunto ad incastro (in via di normalizzazione). La lunghezza sarà non inferiore ad 1,00 m e di norma paria 2,00 m od anche maggiore purché multipla di 0,50 m. Lo spessore minimo, salvo diversa accettazione, sarà conforme ai valori riportati nelle norme DIN 3032.

I tubi non potranno essere trasportati o collocati in opera prima che siano trascorsi almeno 28 gg dalla loro fabbricazione (14 gg nel caso di impiego di cemento ad alta resistenza), con eccezione per i manufatti maturati artificialmente. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di vietare la collocazione in opera dei tubi che, a suo insindacabile giudizio, non presentassero sufficiente periodo di stagionatura.

Le prove che potranno venire richieste per l'accettazione saranno quelle di impermeabilità e di resistenza meccanica. La prima verrà effettuata, su tubi interi, considerando significativo l'assorbimento d'acqua dopo permanenza dello elemento in prova, per 15 minuti, alla pressione di 0,5 kgf/cm<sup>2</sup>. La seconda consisterà in una prova di schiacciamento al vertice da effettuare, su elementi aventi lunghezza pari a quella nominale, con carichi opportunamente ripartiti sulla generatrice superiore.

#### **Tubi di cemento armato ordinario**



Dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento e con idonee apparecchiature. Saranno calcolati, armati ed eseguiti secondo le norme valide per il conglomerato cementizio armato. Avranno caratteristiche di qualità e di lavorazione uniformi: Le superfici interne dovranno essere perfettamente lisce le estremità piene ed a spigoli vivi; i fronti perpendicolari all'asse.

Non saranno ammessi tubi con danneggiamenti od imperfezioni che possano diminuire l'impermeabilità, la resistenza meccanica e, in generale, le possibilità d'impiego e la durabilità.

Con riferimento alle norme, dovranno osservarsi quelle elaborate dalla Commissione di studio per le tubazioni cementizie dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria:

ANDIS 1966 - Norme per i tubi in cemento armato ordinario per condotte in pressione per acquedotti ed irrigazioni.

o in alternativa, le norme DIN 4035

I tubi saranno classificati in base alla massima pressione cui potranno essere sottoposti in esercizio (PN).

Il diametro nominale (DN) e lo spessore nominale (sN) corrisponderanno al diametro interno ed allo spessore della parete, misurati in cm.

La lunghezza dei tubi sarà non inferiore a 3,00 m per DN compreso fra 30 e 60 cm, non inferiore a 4,00 m per DN superiori; per DN superiori a 100 cm la lunghezza minima sarà specificata in Elenco o determinata dalla D.L.

La tolleranza sarà del  $\pm 1\%$  sulla lunghezza e sul diametro interno, del  $-1/+5\%$  sullo spessore; detto spessore in nessun caso dovrà essere inferiore a 4 cm.

Le generatrici potranno scostarsi dalla rettilineità non oltre 3 mm per i tubi con diametro fino a 60 cm e non oltre 5 mm per i tubi con DN superiore.

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi piegati ad anelli, ovvero avvolti in semplice o doppia elica e collegati da barre longitudinali in numero e diametro sufficiente a costituire una robusta gabbia: per i tubi avente spessore non superiore ad 8 cm l'armatura sarà di norma costituita da una semplice gabbia; per i tubi di spessore superiore l'armatura sarà a doppia gabbia disposta in modo da assicurare ai tondini un ricoprimento minimo di 1,5 cm. Alla gabbia interna dovrà essere assegnato almeno il 50% dell'area di ferro trasversale, a quella esterna almeno il 40%.

Le gabbie di armatura potranno anche essere costituite da reti e tondini e integrate da cilindro in lamiera di acciaio. Le spirali non potranno avere passo superiore a 15 cm.

La stagionatura dei tubi avverrà di regola entro vasche di acqua a temperatura non inferiore a  $10^\circ$  per un periodo di tempo non inferiore a 6 giorni. Ove si adottassero particolari trattamenti (vacuum, vapore) i periodi ed i sistemi di stagionatura potranno differire, purché certificati con provate esperienze. Di seguito i tubi saranno mantenuti per almeno 1,5 giorni in parco dello stabilimento, sotto continua aspersione di acqua.

I tubi dovranno essere dimensionati in base ai procedimenti di calcolo di cui al punto 3, delle norme ANDIS. Per tubi e condizioni di impiego che si discostano da dette norme dovranno essere istituiti appositi calcoli statici da sottoporsi all'accettazione dell'Amministrazione.

I giunti dovranno assicurare la perfetta tenuta all'acqua, consentire piccoli assestamenti ed essere costituiti da materiali che diano piena garanzia di durata nelle previste condizioni di esercizio: di norma saranno realizzati con guarnizioni ad anelli di gomma. I pezzi speciali potranno essere di conglomerato cementizio armato, di ghisa ovvero di lamiera di acciaio saldato, secondo prescrizione;

in quest'ultimo caso, ferma restando la verifica a pressione, lo spessore della lamiera sarà non inferiore a 1,5 mm se con rivestimento in conglomerato (2,5 per  $DN > 50$ ; 3 per  $DN > 70$ ) ed a 4 mm se con rivestimento bituminoso (5,5 per  $DN > 50$ ; 7 per  $DN > 70$ ).

Per l'accettazione i tubi verranno sottoposti a collaudo in stabilimento, eseguendo su campioni rappresentativi le prove tecnologiche di cui al punto 5, delle norme ANDIS, in particolare la prova di impermeabilità, quella di rottura per pressione interna e quella allo schiacciamento.

Per la prova di impermeabilità i tubi, se di classifica  $< PN 5$ , verranno sottoposti ad una pressione idraulica di  $PN + 1,00$  (acquedotti); se di classifica  $> PN 5$ , ad una pressione  $PN \times 1,2$ . Per la prova di rottura la stessa pressione dovrà potersi aumentare rispettivamente fino a  $PN + 1,5$  e  $PN \times 1,33$ . Per la prova allo schiacciamento, da eseguirsi su tubi interi o tronchi non inferiori ad 1,00 m, i carichi di fessurazione

P f e di rottura Pr non dovranno risultare inferiori a  $65 \times DN$  e  $97,5 \times DN$  (tubi per acquedotti e  $DN < 100$ ; PER  $dn > 100$  la resistenza meccanica sarà correlata ai valori di calcolo).

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

#### **Tubi e raccordi di cloruro di polivinile (pvc)**

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile, esenti da plastificanti ed opportunamente stabilizzate.

Per la definizione, la classificazione, le prescrizioni e per le prove si farà riferimento alle seguenti normative UNI EN:

UNI EN 1452 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.

UNI EN 1329 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico fabbricati. Tipi, dimensioni e caratteristiche.

UNI EN 1401 - Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico fognario. Tipi, dimensioni e caratteristiche.

#### **2.24.3 TUBI DI PVC PER CAVIDOTTI NON INTERRATI**

Dovranno essere, in rapporto alle prescrizioni, a norma UNI EN 1329.

#### **2.24.4 TUBI DI PVC PER CONDOTTE DI SCARICO INTERRATE.**

Dovranno essere del tipo SN2, SN4, SN8 con caratteristiche a norma UNI EN 1401 e saranno adibiti alla condotta di fluidi non in pressione. I diametri esterni, gli spessori e le relative tolleranze dovranno essere conformi alla suddetta norma UNI EN 1401.

I tubi, se non idoneamente protetti, ammetteranno un ricoprimento massimo sulla generatrice di 4,00 m, mentre quello minimo sarà di 1,00 m sotto superficie con traffico fino a 12 t e di 1,50 m sotto superficie con traffico fino a 15 t.

Come caratteristiche più salienti i tubi dovranno presentare perfetta tenuta idraulica, ottima resistenza alla pressione interna, temperatura di rammollimento e tasso di rottura TR all'urto accettabili come da prove previste nella norma UNI suddetta.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PVC), il riferimento alla norma, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete, la rigidità anulare nominale, l'indicazione del marchio di fabbrica, l'indicazione del periodo di produzione, la sigla I.I.P., indicante il "Marchio di conformità rilasciato dallo Istituto Italiano dei Plastici.

#### **2.24.5 TUBI DI PE AD ALTA DENSITÀ**

Dovranno essere di tipo 312 di cui al Prospetto I della UNI 7611, rispondere alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministero della Sanità (nel caso di trasporto di acqua potabile) ed essere conformi, per diametri, pressioni nominali, spessori e relative tolleranze al Prospetto II di cui al punto 5. della UNI citata, parzialmente riportato nella Tab. III-24.

La prova di tenuta idraulica alla pressione interna dei tubi verrà effettuata con le modalità di cui al punto 4.3. della UNI 7615. Il valore della pressione da mantenere durante la prova sarà di 1,5 volte la pressione normale, dovrà essere raggiunto in circa 30s e mantenuto per un tempo non minore di 2 min.

| Diam | Pressione nominale PN (bar) * |            |            |            |            |
|------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|      | 2,5                           | 4          | 6          | 10         | 16         |
|      | Spessore s mm (tolleranza +)  |            |            |            |            |
| 40   |                               | 2,0 (0,4)  | 2,3 (0,5)  | 3,7 (0,6)  | 5,6 (0,8)  |
| 50   |                               | 2,0 (0,4)  | 2,9 (0,5)  | 4,6 (0,7)  | 6,9 (0,9)  |
| 63   |                               | 2,5 (0,5)  | 3,6 (0,6)  | 5,8 (0,8)  | 8,7 (1,1)  |
| 75   | 2,0 (0,4)                     | 2,9 (0,5)  | 4,3 (0,7)  | 6,9 (0,9)  | 10,4 (1,3) |
| 90   | 2,2 (0,5)                     | 3,5 (0,6)  | 5,1 (0,8)  | 8,2 (1,1)  | 12,5 (1,5) |
| 110  | 2,7 (0,5)                     | 4,3 (0,7)  | 6,3 (0,9)  | 10,0 (1,2) | 15,2 (1,8) |
| 125  | 3,1 (0,6)                     | 4,9 (0,7)  | 7,1 (1,0)  | 11,4 (1,4) | 17,3 (2,0) |
| 140  | 3,5 (0,6)                     | 5,4 (0,8)  | 8,0 (1,0)  | 12,8 (1,5) | 19,4 (2,2) |
| 160  | 3,9 (0,6)                     | 6,2 (0,9)  | 9,1 (1,2)  | 14,6 (1,7) | 22,1 (2,5) |
| 180  | 4,4 (0,7)                     | 7,0 (0,9)  | 10,2 (1,3) | 16,4 (1,9) | 24,9 (2,7) |
| 200  | 4,9 (0,7)                     | 7,7 (1,0)  | 11,4 (1,4) | 18,2 (2,1) | 26,6 (3,0) |
| 225  | 5,5 (0,8)                     | 8,7 (1,1)  | 12,8 (1,5) | 20,5 (1,3) | 31,1 (3,4) |
| 250  | 6,1 (0,9)                     | 9,7 (1,2)  | 14,2 (1,7) | 22,8 (1,5) | 34,5 (3,7) |
| 280  | 6,9 (0,9)                     | 10,8 (1,3) | 15,9 (1,8) | 25,5 (2,8) | -          |
| 315  | 7,7 (1,0)                     | 12,2 (1,5) | 17,9 (2,0) | 28,7 (3,1) | -          |
| 355  | 8,7 (1,1)                     | 13,7 (1,6) | 20,1 (2,3) | 32,3 (2,5) | -          |
| 400  | 9,8 (1,2)                     | 15,4 (1,8) | 22,7 (2,5) | 36,4 (3,9) | -          |
| 450  | 11,0 (1,3)                    | 17,4 (2,0) | 25,5 (2,8) | 41,0 (4,3) | -          |
| 500  | 12,2 (1,5)                    | 19,3 (2,2) | 28,3 (3,1) | -          | -          |
| 560  | 13,7 (1,6)                    | 21,6 (2,4) | 31,7 (3,4) | -          | -          |
| 630  | 15,4 (1,8)                    | 24,3 (2,7) | 35,7 (3,8) | -          | -          |
| 710  | 17,4 (2,0)                    | 27,4 (3,0) | 40,2 (4,3) | -          | -          |
| 800  | 19,6 (2,2)                    | 30,8 (3,3) | -          | -          | -          |
| 900  | 22,0 (2,4)                    | 34,7 (3,7) | -          | -          | -          |
| 1000 | 24,4 (2,7)                    | 38,5 (4,1) | -          | -          | -          |

\* I valori della pressione nominale sono riferiti alla temperatura di 20°C. Per impieghi a temperature superiori e fino a 80°C la pressione di esercizio sarà diminuita come da

TAB. III-24 - Tubi di PE per condotte in pressione - Diametri esterni, pressioni nominali, spessori e relative tolleranze.

La resistenza del materiale alla prefissata sollecitazione di 150 kgf/cm<sup>2</sup> (15 Mpa) sarà saggiata mediante ulteriore prova di pressione interna, su provetta, da eseguirsi con le modalità di cui al punto 4.5. della norma citata. Gli altri requisiti, che dovranno essere conformi a quanto riportato dal Prospetto IV della UNI 7611, saranno verificati sempre con riferimento alla UNI 7615.

La designazione dei tubi dovrà comprendere: la denominazione; l'indicazione del tipo; il valore del diametro esterno D; l'indicazione della pressione nominale PN; il riferimento alla norma.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PE ad); l'indicazione del tipo; il valore del diametro esterno D; l'indicazione della pressione nominale PN; il marchio di fabbrica, l'indicazione del periodo di produzione.

#### 2.24.6 TUBI DRENANTI IN PVC

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza (d.e. mm da 50 a 200);

tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza (d.i. mm da 100 a 250);

tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

#### 2.24.7 TUBAZIONI DI GRES

I tubi di gres dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle norme UNI EN295 "Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento liquami.

## **2.25 POZZETTI**

### **2.25.1 POZZETTI DI ISPEZIONE PER FOGNATURE**

Saranno di norma realizzati in conglomerato cementizio RcK 250 (armato o meno secondo prescrizione). Potranno comunque essere realizzati con elementi in PEAD o PRFV parzialmente o totalmente prefabbricati (rivestiti o meno con conglomerato secondo gli spessori e le condizioni di posa) o con elementi modulari prefabbricati in calcestruzzo di cemento vibrocompresso a parziale o totale impiego. Per una più dettagliata descrizione delle opere da eseguire si rimanda ai particolari di progetto e alle descrizioni di elenco prezzi.

E' prevista la seguente tipologia di pozzetti di ispezione:

Pozzetti prefabbricati modulari e autoportanti in c.a., da innestare sui canali fognari in Cls centrifugato di grosso diametro, costituiti da elemento di fondo, prolunghe, soletta superiore, torrino con chiusino, pareti di spessore 15-20 cm.

In particolare, per questo tipo di pozzetti, si prescrive che il fondo debba essere opportunamente sagomato e che gli innesti delle condotte siano eseguiti assicurando la massima continuità idraulica.

Pozzetti prefabbricati in c.a. vibrato ad elementi sovrapposti con pareti dello spessore di 10 cm, innestati sulle condotte fognarie in p.v.c.

Nell'attraversamento di detti pozzetti la condotta conserverà una completa continuità idraulica, l'ispezione sarà consentita impiegando lo specifico pezzo speciale dotato di tappo.

Detti pozzetti avranno sulle pareti laterali le predisposizioni per l'innesto delle tubazioni, costituite da zone circolari con spessore ridotto.

I fori praticati per innestare le tubazioni saranno perfettamente stuccati e sigillati con malta cementizia.

### **2.25.2 POZZETTO PREFABBRICATO DI RACCORDO PER FOGNATURE**

E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti elementi dalle dimensioni indicate negli elaborati progettuali ad anelli superiori, simili a quanto descritto al punto 1.B del presente articolo.

Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.

Nell'attraversamento dei pozzetti in oggetto, le condotte fognarie, conserveranno una completa continuità idraulica.

Gli innesti e gli allacciamenti di condotte secondarie saranno sempre realizzate impiegando gli idonei pezzi speciali, curve, braghe, ecc.

Tutti i pozzetti relativi alle reti fognarie delle acque nere dovranno essere rispondenti alla norma EN 1917 e dotati del marchio CE e certificazione di conformità, realizzati in cemento con classe di esposizione almeno XA2, con particolare riferimento alla resistenza all'attacco dei solfati e ai copri ferri, prodotto da azienda operante in regime di assicurazione qualità, secondo le norme UNI EN ISO 9001:2008, certificata da organismo di certificazione accreditato. Per garantire la continuità di scorrimento con le tubazioni, il fondo del pozzetto dovrà essere sagomato con canalette semicircolari, o a U, raccordate alle direzioni incidenti e defluenti, con imbocchi e guarnizioni idonee a ricevere le tubazioni; il fondo del pozzetto dovrà essere rivestito con resina epossidica pura. Dovrà essere valutata l'affidabilità del comportamento statico del pozzetto in funzione dell'impiego previsto in osservanza al Decreto del ministero LL.PP. 12/12/85 (GU n°61 del 14/03/86). Tutte le guarnizioni dovranno avere garanzia di tenuta all'acqua. L'eventuale giunto tra la base (femmina) e l'elemento monolitico di rialzo (maschio) dovrà essere sagomato in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione; l'anello di tenuta in gomma vulcanizzata, fra l'elemento di base e quello di rialzo, dovrà essere una guarnizione incorporata durante il getto in stabilimento con una durezza della gomma di 40 +/-5° IRHD conforme alla norma UN 681-1 e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo.

## **2.26 CADITOIE STRADALI**

Potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non

inferiore a 4 cm. per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a seconda dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20-30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm. I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 45x60x70 cm se sifonati. Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elemento in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio.

I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

Tutti i pozzetti dovranno comunque poggiare sopra un massetto di conglomerato cementizio di spessore non inferiore a 10 cm.

## **2.27 GRIGLIE E CHIUSINI PER POZZETTI E CADITOIE STRADALI**

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale) con sbarre trasversali oppure parallele nella direzione della carreggiata. Nel caso di sbarre trasversali la distanza massima tra le stesse non dovrà essere superiore a 25 mm per le classi A15 e B125 di cui alla Tab. III-33 della UNI EN 124 ed a 42 mm per le altre classi. In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze.

Gli eventuali cestelli per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, ecc.. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

## **2.28 MATERIALI PER GIUNZIONI**

Elastomeri per anelli di tenuta: le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita

certificazione da cui si rilevino i seguenti dati:

il carico e l'allungamento a rottura delle mescolanze di gomma vulcanizzata, allo stato naturale e dopo invecchiamento artificiale;

il grado di durezza, espresso in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness) determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 7318;

l'allungamento residuo percentuale da prova di trazione, effettuata su anello con le modalità di cui al punto 3.4 della UNI 4920;

la deformazione permanente a compressione, eseguita a temperatura ordinaria (20+- 5°C) ed a 70+- 1°C, con le modalità di cui al punto 3.5 della UNI citata;

l'esito delle prove di resistenza al freddo e di assorbimento di acqua, eseguite come ai punti 3.6 e 3.7 della UNI citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1.100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e\* tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea. Sulle dimensioni nominali delle guarnizioni saranno consentite le tolleranze di cui al punto 2.3 della UNI 4920. Le categorie saranno caratterizzate dal diverso grado di durezza;

ogni categoria sarà indicata a mezzo di apposito contrassegno colorato e presenterà valori del carico unitario di rottura "Rl" e dell'allungamento a rottura "A1" non inferiori a quelli prescritti.

Ogni guarnizione dovrà inoltre riportare in modo indelebile:

il nome ed il marchio del fabbricante;

il diametro interno dell'anello ed il diametro della sezione in mm;

il trimestre e l'anno di fabbricazione nonché il diametro interno dei tubi su cui dovrà essere montata (per ogni mazzetta con un massimo di 50 elementi).

## **2.29 PAVIMENTAZIONI ESTERNE**

### **2.29.1 PAVIMENTAZIONE ESTERNA LUSERNA e PORFIDO**

La nuova norma UNI 11714-1:2018 classifica le pavimentazioni esterne in funzione delle tipologie di transito previste e, per ciascuna classe P4, P5, P6, P7, P8 e P9, identifica le principali situazioni di progetto.

In breve, le classi previste dalla norma:

P4: ESCLUSIVAMENTE PEDONALE Un pavimento di classe P4 è esclusivamente pedonale e può essere un balcone o terrazza, patio, cortile, vialetto residenziale, marciapiede.

P5: ESCLUSIVAMENTE PEDONALE Gli esempi di pavimentazioni esclusivamente pedonali e ciclabili che rientrano nella classe di sollecitazione P5 sono molteplici: terrazza esterna di ristorante/bar, marciapiede pubblico esclusivamente pedonale e ciclabile.

P6: PEDONALE E VEICOLARE LEGGERO La classe P6 della UNI 11714-1 include superfici in pietra naturale ad uso residenziale quali: marciapiede parcheggiabile, parcheggio o rampa/vialetto per garage, cortili e pertinenze di collegamento edifici e relativi parcheggi.

P7: PEDONALE E VEICOLARE LEGGERO La classe P7 prevede pavimentazioni stradali quali: piazza transitabile occasionalmente da mezzi anche pesanti a velocità ridotta (sagrati, cimiteri, ecc), piazzale di mercati e aree di carico/scarico, piazze destinate ad eventi, sagre, ecc.

P8: PEDONALE E VEICOLARE LEGGERO La classe di carrabilità P8 contempla ad esempio: zone 30 km/h, strada urbana o piazza a traffico limitato, parcheggi pubblici, rampe di pubblico accesso.

P9: VEICOLARE INTENSO La classe di carrabilità P9 prevede strade in pietra quali ad esempio: strada urbana, strada con corsia preferenziale di mezzi pubblici o con percorsi obbligati, strada a forte percorrenza, rotatorie, dossi e dissuasori di velocità.

La pavimentazione esterna avrà le caratteristiche descritte al paragrafo 1; per la piazza P5 mentre per le porzioni di strade rifatte valore P8.

Il sottofondo delle pavimentazioni sarà un premiscelato in polvere pronto all'uso per l'allettamento di pavimentazioni carrabili in pietra. Tale sistema permette di realizzare pavimentazioni architettoniche in pietra ad elevata durabilità anche in ambienti soggetti a saturazione, a cicli di gelo e disgelo in presenza di sali disgelanti e acqua di mare (condizioni ambientali classificate dalla EN 206 come XF4 e XS3). Il fondo sarà rispondente alla normativa UNI EN 206, con resistenza meccanica a 7 gg  $> 45 \text{ N/mm}^2$  e a 28 gg  $> 60 \text{ N/mm}^2$ , inclusa la battitura. Saturazione delle fughe con malta premiscelata, con resistenza meccanica a 7 gg  $> 45 \text{ N/mm}^2$  e a 28 gg  $> 55 \text{ N/mm}^2$  e resistenza alla flessione pari a 8 MPa realizzati con speciali leganti ed aggregati di prima qualità in curva granulometrica (diametro max 2 mm), in classe di esposizione ambientale XF3, XF4 e XS3, rispondenti alla normativa UNI EN 206.

## **3 PARTE TERZA - MODALITÀ DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

### **3.1 NORME GENERALI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI**

L'Appaltatore dovrà preventivamente disporre per la formazione del cantiere, delle strade di servizio e dei passaggi, provvedere per la fornitura dei materiali, dei mezzi d'opera e del personale, e per essere in grado di dare immediato inizio ai lavori non appena ne sia effettuata la consegna.

L'Impresa nell'esecuzione dei lavori deve sempre attenersi alle migliori e più moderne regole d'arte, nonché alle prescrizioni che vengono stabilite negli articoli successivi per le principali categorie di lavoro.

Per tutte le opere, per le quali non siano prescritte speciali norme dal presente Capitolato, l'Impresa dovrà seguire i migliori procedimenti indicati dalla tecnica, attenendosi sempre scrupolosamente alle disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

### **3.2 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 e 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.

### **3.3 VERIFICHE TECNICHE ED ACCERTAMENTI DI LABORATORIO**

Le verifiche tecniche obbligatorie, il prelievo dei campioni dei materiali da fornire o installati, la loro verifica in laboratorio e l'emissione dei relativi certificati, quindi tutti gli accertamenti previsti dal presente Capitolato e/o dalle norme tecniche vigenti all'atto dell'esecuzione della singola lavorazione, sono a completo carico dell'Appaltatore, che deve provvedere con tecnici e laboratori certificati e di comprovata esperienza. L'Appaltatore dovrà comunque provvedere alla predisposizione di un adeguato programma di indagine e verifica, da sottoporre alla preventiva accettazione da parte della direzione dei lavori. La stessa sarà convocata dall'Appaltatore ogni qualvolta vengano condotte analisi e prelievi, operazione comunque descritta da apposito verbale in contraddittorio con l'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio ufficiale prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori può disporre ulteriori prove e analisi, ancorché non prescritte dal presente Capitolato d'appalto, se ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti o delle lavorazioni, con costo confermato a carico dell'Appaltatore. Particolare attenzione dovrà essere adottata per le verifiche e le prove di accettazione delle geomembrane, dei geotessili e geocompositi forniti e posati, con accertamenti condotti nel rispetto delle prescrizioni di legge.

Per le opere e i materiali strutturali, le verifiche tecniche devono essere condotte in applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

### **3.4 VERIFICHE NEL CORSO DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

I controlli e le verifiche eseguite dalla Direzione dei Lavori in nome e per conto della 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.

### **3.5 TRACCIAMENTI – SONDAGGI – OCCUPAZIONI DI SUOLO PUBBLICO**

Prima di dare inizio ai lavori l'Impresa dovrà eseguire, a sue spese, il tracciamento di tutte le opere nonché la relativa picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette; detta picchettazione dovrà in seguito essere curata e conservata a cura e ad esclusivo carico dell'Impresa stessa, fino al collaudo.

A suo tempo dovrà pure posizionare delle modine, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori. Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Nel tracciamento l'ordine da seguirsi sarà quello di determinare i picchetti stradali ed in seguito tracciare le strutture. Il tutto prima dell'esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore sarà ritenuto il solo ed unico responsabile dei vari tracciamenti delle opere oggetto dell'appalto.

Non è previsto un compenso specifico per i tracciamenti, in quanto l'onere dei tracciamenti, picchettamenti e misurazioni è compreso nei prezzi di Elenco di ogni singola opera.

Unitamente alle operazioni di tracciamento l'Impresa dovrà anche effettuare, a sua cura e spese, tutti i sondaggi, ulteriori a quelli già condotti in fase di progettazione esecutiva, necessari alla determinazione della natura dei terreni, sia in corrispondenza dei piani di posa dei rilevati e delle fondazioni in trincea, sia in corrispondenza dei piani di fondazione delle opere; tali sondaggi dovranno essere spinti fino alle profondità che saranno stabilite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori, la quale stabilirà inoltre, caso per caso, le eventuali prove di laboratorio da effettuarsi sui campioni di terreno prelevati, allo scopo di determinarne le caratteristiche fisiche.

Per le occupazioni di suolo pubblico, che si rendano necessarie per la esecuzione dei lavori o per l'impianto del cantiere dell'Impresa, l'Assuntore dovrà di volta in volta prendere i necessari accordi con la Direzione dei Lavori per determinare le porzioni di suolo pubblico da occupare.

### **3.6 DEMOLIZIONE E/O RIMOZIONE DI STRUTTURE IN CALCESTRUZZO SEMPLICE, ARMATO E/O PRECOMPRESSO**

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

L'Impresa potrà intraprendere le demolizioni in ottemperanza alle norme di cui agli artt. da 71 a 76 del D.P.R. gennaio 1956 n. 164, e comunque a norma delle vigenti leggi sulla sicurezza sul lavoro, con i mezzi che riterrà più opportuni, previa approvazione della Direzione Lavori.

In ogni caso l'Impresa sarà unica responsabile civile e penale delle azioni conseguenti e dipendenti dall'esecuzione dei lavori di demolizione e rimozione.

Le demolizioni e rimozioni di strutture in calcestruzzo, interrate e non, di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso) dovranno essere eseguite con ordine e con le precauzioni atte a prevenire possibilità di infortuni e ad evitare danni alle residue strutture e a terzi, nonché incomodi e disturbi. Tutto quanto demolito e rimosso oltre misura dovrà essere ricostruito a cura e spesa dell'Impresa.

Si dovranno impiegare i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori. I materiali risultanti da demolizioni e rimozioni non dovranno essere lasciati cadere dall'alto, ma calati con tiri o guidati verso il basso, evitando di sollevare polvere e ricorrendo, quando necessario, a bagnature.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a puntellare ed a mettere in condizioni di sicurezza le strutture o parti di struttura pericolanti e quelle che non dovranno essere demolite e/o rimosse.

Per quanto riguarda il personale e gli attrezzi impiegati, l'impresa dovrà osservare le seguenti prescrizioni: il personale addetto alla demolizione e/o rimozione delle strutture dovrà avere preparazione e pratica specifiche, sia per l'esecuzione materiale dei lavori sia per l'individuazione immediata di eventuali condizioni di pericolo;

l'attività del personale impiegato dovrà essere sottoposta all'autorità di un dirigente; ogni gruppo di persone dovrà essere guidato e sorvegliato da un caposquadra;

i materiali ed ogni altro attrezzo che agisca per urto non dovranno essere impiegati qualora la stabilità delle strutture non lo consentisse;

si preferiranno mezzi di demolizione a percussione montati su bracci di escavatori o gru semoventi.

La zona interessata dai lavori dovrà essere delimitata con particolare cura; in corrispondenza dei passaggi dovranno essere collocate opportune opere per proteggere i passaggi stessi.



Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, dovranno essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della Committente, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

Invece i materiali scartati provenienti dalle demolizioni e/o rimozioni dovranno, a cura e spese dell'Impresa, essere allontanati dal cantiere e portati in discarica.

L'Impresa è tenuta a recuperare i materiali ferrosi e non che formano l'opera da demolire, escluso il ferro di rinforzo, quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Saranno considerati calcestruzzi armati, per quanto riguarda le demolizioni, quelli che hanno armatura in ferro.

Ai fini contabili le misurazioni vengono effettuate in base alle dimensioni reali delle strutture prima della demolizione e/o rimozione, con esclusione di quanto eseguito oltre misura.

### **3.6.1 PRESCRIZIONI**

Le aree sulle quali si opererà saranno di norma con sottoservizi funzionanti; l'Appaltatore dovrà effettuare i rilievi, i tracciamenti e le modifiche della rete dei citati sottoservizi adottando tutte le cautele necessarie al fine di non comprometterne l'integrità e garantire la continuità dell'erogazione, restando l'Appaltatore l'unico responsabile di ogni danno cagionato.

Prima di iniziare demolizioni e scavi, l'Appaltatore dovrà verificare la presenza dei sottoservizi mediante ricerca cartografica, sopralluoghi, indagini strumentali, indagini presso gli enti erogatori dei servizi pubblici e gli uffici tecnici degli enti di provenienza dell'area per verificare la presenza di sottoservizi attivi da mantenere, effettuando eventuali by-pass, e che gli impianti da rimuovere non siano attivi.

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, etc, sia parziali che complete, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

L'Appaltatore è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni possono arrecare alle persone ed alle cose.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con l'Appaltante, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Appaltante stessa.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, l'Appaltatore, senza alcun compenso, dovrà ricostruire e ripristinare le parti indebitamente demolite.

#### **Materiali riutilizzabili**

Tutti i materiali riutilizzabili, dovranno essere opportunamente scalcinati, puliti, trasportati, custoditi ed ordinati, nei vari luoghi di deposito, usando le cautele per non danneggiarli sia durante il loro trasporto sia nell'accatastamento e per evitarne la dispersione. Detti materiali restano di proprietà della Appaltante ed eventuali mancanze dovranno essere reintegrate a cura e spese dell'Appaltatore.

La Direzione Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco.

#### **Materiali non riutilizzabili**

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile dell'Appaltante, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dall'Appaltante stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Tecniche e tecnologie per il recupero e riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione selettiva. La separazione all'origine richiede l'ausilio di tecniche di decostruzione che sono indicate con il termine generale di demolizione selettiva: si tratta di un processo di dissassemblaggio che, in genere, avviene in fase inversa alle operazioni di costruzione. Lo scopo della decostruzione è quello di aumentare il livello di riciclabilità degli scarti generati sul cantiere di demolizione secondo un approccio che privilegia l'aspetto della qualità del materiale ottenibile dal riciclaggio. Alla demolizione tradizionale con il conferimento delle macerie in discarica si sostituisce la demolizione selettiva che consente un recupero in percentuali elevate dei materiali attraverso tecniche in grado di separare le diverse frazioni omogenee per poterle, successivamente, inviare a idonei trattamenti di valorizzazione.

### **3.6.2 DEMOLIZIONE CONTROLLATA**

In alternativa alla separazione all'origine si può ricorrere al trattamento del rifiuto, raccolto alla rinfusa, in impianti appositamente realizzati. L'impiantistica in oggetto è stata caratterizzata, negli ultimi anni, da un notevole sviluppo tecnologico, portando a realizzazioni tali da rendere possibili l'adduzione di rifiuti indifferenziati ottenendo in uscita almeno tre categorie merceologiche differenti:

Inerti lapidei di caratteristiche granulometriche predefinite, mediante sistemi di frantumazione, deferizzazione e vagliatura ormai ampiamente testati

Materiale metallico separato dalle macerie mediante l'utilizzo di adeguati separatori magnetici.

Frazione leggera costituita in prevalenza da materiale ad elevato potere calorifico (carta, legno, plastica) ottenuta mediante varie tipologie di sistemi (si passa, infatti, dalla separazione manuale, a sistemi di aspirazione e ventilazione, per arrivare ad ingegnosi sistemi di separazione per flottazione).

### **3.6.3 IMPIANTI DI RICICLAGGIO MOBILI E FISSI**

Negli ultimi anni lo sviluppo dell'impiantistica atta al trattamento dei residui C&D ha trovato un notevole impulso grazie all'incremento dei costi di smaltimento in discarica. Tale incremento ha portato i produttori di rifiuti inerti ad optare per il trattamento degli stessi isolando le componenti più pericolose e conferendo la restante parte alle discariche meno onerose, recuperando in tal modo altri materiali da riciclare nei cicli di produzione.

Generalmente la lavorazione dei materiali inerti provenienti da attività edili può essere effettuata mediante due tipologie di impianti: gruppi mobili di frantumazione ed impianti fissi di trattamento per il riutilizzo.

Gli impianti fissi di trattamento e riciclaggio, progettati con un elevato contenuto tecnologico, sono in grado di garantire un materiale inerte in uscita omogeneo e controllato da un punto di vista granulometrico; pertanto privo di componenti non inerti tali da aumentarne il valore dello stesso.

Tale tipologia impiantistica è di norma caratterizzata da soluzioni standard per le fasi di frantumazione, vagliatura e deferizzazione, mentre la fase di selezione della frazione leggera risulta particolarmente diversificata a seconda del livello di riciclaggio che si intende perseguire.

I gruppi mobili, derivanti dai tradizionali impianti di frantumazione di inerti da cava ed economicamente convenienti in grossi cantieri di demolizione, consentono solitamente la semplice riduzione volumetrica dei singoli elementi immessi nell'impianto; e da verificare caso per caso, se con opportuni accorgimenti tecnologici, si possa garantire un adeguato assortimento granulometrico dei materiali in uscita al trattamento, e l'eliminazione delle frazioni non inerti.

Una tale tipologia impiantistica offre come vantaggio sostanziale la possibilità di abbattere eventuali costi di trasporto nel caso di riutilizzo in loco del materiale da destinare a frantumazione, ma bisogna verificarne le caratteristiche merceologiche presenti, al fine di una loro reintegrazione nei cicli di produzione.

## **3.7 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricariche o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima pulire 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.

Qualora la Direzione dei lavori ritenga opportuno allontanare il materiale risultante da scarificazione, la ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

### **3.8 MOVIMENTAZIONE DELLE TERRE IN GENERE**

L'Impresa dovrà eseguire gli scavi in terreni di qualsiasi natura e consistenza comprendendo in essi, le massicciate stradali, fognature esistenti, calcestruzzi armati e di conglomerati bituminosi di qualsiasi spessore: i materiali riutilizzabili rimangono di proprietà della Amministrazione Appaltante.

I materiali che la D.L. abbia giudicato non idonei al reimpiego, se non riutilizzati altrove dall'Impresa, saranno portati a rifiuto in una discarica autorizzata.

L'Impresa dovrà mantenere asciutto il fondo dello scavo provvedendo a realizzare tempestivamente, se necessario con opere provvisorie, i fossi e gli scoli necessari, senza diritto ad alcun compenso addizionale. Il piano dello scavo dovrà essere mantenuto libero ed accessibile, anche nei tratti compresi fra le singole sezioni, fin quando non siano state eseguite le misurazioni necessarie.

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti, corpi stradali e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni con una tolleranza di cm. 5 rispetto alle misure ed alle quote indicate dalla D.L. salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante e in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbatacchiature e puntellature provvisorie. Lo scavo eccedente il limite sopra indicato e le conseguenti maggiori quantità di inerti o di calcestruzzo non saranno pagati all'Impresa.

Nel caso che, a giudizio della Direzione dei Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici e di manodopera sufficiente riconosciuti adatti dalla Direzione Lavori in modo da ultimare le sezioni di scavo di ciascun tratto iniziato.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate degli scavi e dei rilevati saranno eseguite con inclinazioni come previsto dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi scritti della Direzione lavori e comunque in modo appropriato in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno. L'Impresa rimane la sola responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, sarà altresì obbligata a provvedere alla rimozione del materiale franato, a sua cura e spese.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione lavori presso laboratori autorizzati.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le norme C.N.R. - U.N.I. 10006/2002 riportate nelle Tabelle che seguono.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La Direzione Lavori, in relazione alla nuova natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nel presente Capitolato.

## CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - U.N.I. 10006/2002

| Classificazione generale                                         | Terre ghiaio-sabbiose                                       |               |                           |                        |            |            | Terre limo-argillose    |                               |                            |                                  | Torbe e terre organiche                                                    |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|------------------------|------------|------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Gruppo                                                           | A1                                                          | A3            | A2-<br>A2-                | A2-<br>A2-             | A2-<br>A2- | A2-<br>A2- | A4                      | A5                            | A6                         | A7                               | A8                                                                         |
| Sottogruppo                                                      | A1-a A1-b                                                   |               | 4                         | A2-5                   | 6          | 7          |                         |                               |                            | A7-5                             | A7-6                                                                       |
| Analisi granulometrica                                           |                                                             |               |                           |                        |            |            |                         |                               |                            |                                  |                                                                            |
| Frazione passante allo staccio                                   |                                                             |               |                           |                        |            |            |                         |                               |                            |                                  |                                                                            |
| Caratteristiche della frazione passante allo staccio             |                                                             |               |                           |                        |            |            |                         |                               |                            |                                  |                                                                            |
| 0,4 UNI 2332 Limite liquido                                      |                                                             |               |                           |                        |            |            |                         |                               |                            |                                  |                                                                            |
| Indice di gruppo                                                 | 0                                                           | 0             | 0                         |                        | _4         |            | _8                      | _12                           | _16                        | _20                              |                                                                            |
| Tipi usuali dei materiali costituenti il gruppo                  | Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, | Sabbia fina   | Ghiaia e sabbia argillosa |                        |            |            | Limo poco compressibili | Limo fortemente compressibili | Argille poco compressibili | Argille fortemente compressibili | Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre |
| Qualità portanti quale terreno sotto fondo in assenza di gelo    | Da eccellente a buono                                       |               |                           | Da mediocre a scadente |            |            |                         |                               |                            |                                  | Da scartare come sottofondo                                                |
| Azione del gelo sulla qualità portante del terreno di sottofondo | Nessuna o lieve                                             | Media         |                           |                        |            |            | Molto elevata           |                               | Media                      | Elevata                          | Media                                                                      |
| Ritiro o rigonfiamento                                           | Nulla                                                       | Nulla o lieve |                           |                        |            |            | Lieve o medio           |                               | Elevato                    | Elevato                          | Molto elevato                                                              |

| Permeabilità                          | Elevata                                            | Media o scarsa              | Scarsa o nulla                                     |                                 |                    |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Classificazione delle terre(Continua) |                                                    |                             |                                                    |                                 |                    |
| Classificazione generale              | Terre ghiaio-sabbiose                              |                             | Terre limo-argillose                               |                                 | Torbe e terre      |
|                                       | Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 >35% |                             | Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 >35% |                                 | organiche palustri |
| Identificazione dei terreni in sito   | Facilmente                                         | La maggior parte dei        | Reagiscono alla                                    | Non reagiscono alla prova di    | Fibrosi di color   |
|                                       | duabili a Aspri al                                 | granuli sono                | prova                                              | scuoti-                         | bruno o nero -     |
|                                       | tatto.                                             | individuabili ad occhio     | di scuotimento*) -                                 | mento*)- Tenaci allo stato      | Facilmente         |
|                                       | Incoerenti                                         | nudo - Aspri                | Polve-                                             | asciutto - Facil-               | indivi- duabili a  |
|                                       | al tatto - Una tenacità                            | media o                     | rulenti o poco                                     | mente modellabili in bastoncini | vista              |
|                                       | allo stato                                         | elevata allo stato asciutto | tenaci allo                                        | sottili allo                    |                    |
|                                       | asciutto                                           | indica la                   | stato asciutto -                                   | stato umido                     |                    |
|                                       |                                                    | presenza di argilla         | Non facilmente                                     |                                 |                    |
|                                       |                                                    |                             | modellabili allo                                   |                                 |                    |
|                                       |                                                    |                             | stato umido                                        |                                 |                    |

\*) Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita.

La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, appare sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scompare comprimendo il campione fra le dita.

#### Instabilità interessanti il corpo stradale: cause e rimedi

| Causa della instabilità                                               |                                 | Effetti dovuti a cause                   |                                              | Opere consigliabili                          |  |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--|
|                                                                       |                                 | singole o concomitanti                   |                                              |                                              |  |
| Cause interne I. Provocate da a<br>o di acque<br>predisposi-<br>zione | Acque falde e vene sotterranee: | Erosioni profonde più o meno estese;     | Drenaggi longitudinali e trasversali - Pozzi |                                              |  |
|                                                                       |                                 | avvallamenti,                            | drenanti - Opere                             |                                              |  |
|                                                                       | p e r t e n s i o n e           | crolli in formazioni pseudocarsiche,     | di sostegno con muri a secco o gabbionate    |                                              |  |
|                                                                       | b Acque superficiali            | Plastificazione del piano di posa di     | Drenaggi nella massa del terreno su cui è    |                                              |  |
|                                                                       | migranti (capillarità, ecc.)    | rilevati o di sotto- fondi               | posato il rilevato                           |                                              |  |
|                                                                       |                                 |                                          | - Diaframma anticapillare, costituito da     |                                              |  |
|                                                                       |                                 |                                          | uno strato di materiale grosso o             |                                              |  |
|                                                                       |                                 |                                          | impermeabile sul piano di posa               |                                              |  |
|                                                                       |                                 | Movimento di acqua fra zone a            |                                              | Mezzi per ridurre il potenziale              |  |
|                                                                       |                                 | potenziale diverso;                      |                                              | elettrocinetico                              |  |
|                                                                       |                                 | per elettrosmosi                         |                                              | (per esempio                                 |  |
|                                                                       |                                 | plastificazione di strati superficiali o |                                              | Riduzione del pendio, terrazzamenti con muri |  |
| II. Dovute a particolari condizioni geologiche stratigrafiche         | a Pendio dell'ammasso           | Smottamenti, scorrimenti e scivolamenti  | a                                            |                                              |  |
|                                                                       | b Disposizione ed inclinazione  | Scivolamenti e scorrimenti; frane ad     | Opere per limitare l'influenza delle cause   |                                              |  |
|                                                                       | c Presenza di fratture e faglie | Crolli, avvallamenti                     | determinanti; gabbionate, drenaggi,          |                                              |  |
|                                                                       |                                 |                                          | Ci si limita ad opere riguardanti le cause   |                                              |  |
|                                                                       |                                 |                                          | determinanti                                 |                                              |  |

| Causa della instabilità          |                                       |                  |                  | Effetti dovuti a cause singole o concomitanti                                                                                                                                                | Opere consigliabili                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cause<br>esterne<br>determinanti | III. Dovute al<br>clima               | Acqua<br>piovana | a1) superficiali | Erosioni superficiali, plastificazione fino a fluidificazione di strati superficiali, maggiori su falde montane ove esistono crepe o spacchi per il ritiro                                   | Gradonature con raccolta delle acque fino agli impluvi -<br>Fossi di guardia - Seminagioni di erba a radici profonde -<br>Rivestimenti superficiali (pietrame a secco, manti protettivi)<br>- Vimate - Gabbionate |
|                                  |                                       |                  |                  | a2) di infiltrazione                                                                                                                                                                         | Come sopra, con aggiunta di drenaggi profondi                                                                                                                                                                     |
|                                  |                                       |                  | b                | con riduzione della coesione e dell'attrito,                                                                                                                                                 | fino alla superficie di scorrimento                                                                                                                                                                               |
|                                  |                                       |                  |                  | Erosioni di sponda o del letto negli alti corsi di fiumi o torrenti                                                                                                                          | Briglie e difese di sponde per gli alti corsi.                                                                                                                                                                    |
|                                  |                                       |                  |                  | Erosioni semplici o con spostamenti di sponda, infiltrazioni con scorrimenti nei bassi corsi                                                                                                 | Sistemazioni di sponde (pennelli) - Piantagioni di pioppi o salici per i bassi corsi - Difese marine (scogliere frangiflutti, muri)                                                                               |
|                                  |                                       |                  |                  | Erosioni marine                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  | c                | Essiccazione (ritiro, perdita di coesione)                                                                                                                                                   | Drenaggi superficiali; gradonature per piantagioni o semi-nagioni                                                                                                                                                 |
|                                  |                                       |                  |                  | Spacchi e fessure anche profonde, che permettono l'accesso delle acque superficiali, provocando la successiva plastificazione della massa con scoscendimenti o fluidificazione con colamenti |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  | d                | Disfacimento                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  |                  | Per perdita di coesione                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  | e                | Fessurazioni superficiali e sgretolamenti particolarmente temibili quando il gelo segue periodi di pioggia                                                                                   | Protezioni con strati insensibili al gelo e drenaggi - Muri, reti o gallerie paramassi                                                                                                                            |
|                                  |                                       |                  |                  | Erosioni superficiali e caduta di massi al disgelo                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  |                  | Rigonfiamenti e successiva plastificazione del sottofondo per formazione di lenti di ghiaccio                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  |                  | Erosioni, specialmente se il vento trascina sabbia, che funziona da smeriglio                                                                                                                | Piantagioni - Muri di schermo o vimate                                                                                                                                                                            |
|                                  |                                       |                  | a                | Favorisce predisposizione                                                                                                                                                                    | le                                                                                                                                                                                                                |
|                                  |                                       |                  |                  | Disboscamento                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                   |
|                                  | IV. Dovute<br>all'azione<br>dell'uomo | b                | c                | Apertura di trincee o costruzione di rilevati                                                                                                                                                | Rimboscimento, anche con terrazzamenti o vimate                                                                                                                                                                   |
|                                  |                                       |                  |                  | Variazioni del regime idraulico per la costruzione di una nuova opera                                                                                                                        | Drenaggi - Fossi di guardia - Cunette - Tombini con briglie -<br>Sistemazione del terreno con opere idrauliche e piantagioni                                                                                      |
|                                  |                                       |                  | d                | Cattiva esecuzione delle opere o errata progettazione                                                                                                                                        | Ricostruzione, rafforzamento o sostituzione dell'opera tenendo conto di tutti gli elementi di valutazione delle forze agenti                                                                                      |
|                                  |                                       |                  |                  | Cedimenti di                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                   |

### 3.9 SCAVI IN GENERE

Tutti i materiali provenienti dagli scavi, se eccedenti le quantità riutilizzabili nei lavori di cui trattasi o giudicati non idonei dalla Direzione Lavori, rimangono di proprietà dell'Appaltatore il quale dovrà trasportarli a discarica a totale sua cura e spese.

Quando negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, e l'Impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più e comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte dalle presenti Norme, comprende e compensa tra gli altri oneri:

il taglio degli alberi, arbusti, cespugli;

estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

loro eventuale trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione Lavori;

scavo carico, trasporto a reimpiego, a rifiuto o a deposito e scarico;

la perfetta profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cassonetti, anche in roccia; gli esaurimenti d'acqua, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge, le frantumazioni dei materiali rocciosi (compresi i trovanti) da reimpiegare nella formazione di rilevati o di riempimenti nell'ambito dei lavori in appalto, per ridurli alle dimensioni prescritte; tutti gli oneri e le spese occorrenti per ottenere la disponibilità delle aree di discarica e di deposito, comprese le relative indennità ed accessi, nonché le spese occorrenti per la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali nelle prime e la sistemazione e regolarizzazione superficiale, prima e dopo l'utilizzazione nelle seconde;

prove in laboratorio ed in sito per la verifica della idoneità dei materiali da reimpiegare.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. L'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie ed i relativi oneri sono da intendersi compresi e compensati nei prezzi contrattuali.

Nessun compenso spetterà all'Impresa per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbatacchiature, e così pure se le condizioni locali richiedessero che gli scavi debbano essere eseguiti per campioni.

Negli scavi in terra e compreso il disfacimento di eventuali drenaggi in pietrame o in misto granulare rinvenuti durante i lavori. Verranno compensati a parte, con i prezzi di elenco relativi a scavi in roccia od a demolizione di murature, soltanto i trovanti rocciosi, se frantumati, o le fondazioni in muratura, aventi singolo volume superiore a m<sup>3</sup> 0,50 e detraendo il volume relativo da quello degli scavi in terra.

### **3.10 SCAVI**

Tutti gli scavi e rilevati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di cunette, accessi, rampe e passaggi saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni del Direttore dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica seguendo le procedure della normativa vigente in materia; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo accantonamento nell'area del cantiere.

Durante l'esecuzione degli scavi sarà vietato, salvo altre prescrizioni, l'uso di esplosivi e, nel caso che la natura dei lavori o le specifiche prescrizioni ne prevedessero l'uso, il Direttore dei lavori autorizzerà, con comunicazione scritta, tali interventi che saranno eseguiti dall'Impresa sotto la sua piena responsabilità per eventuali danni a persone o cose e nella completa osservanza della normativa vigente a riguardo.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'Impresa dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dal Direttore dei lavori.

Le pareti degli scavi saranno prevalentemente verticali e, se necessario, l'Impresa dovrà provvedere al posizionamento di puntelli e paratie di sostegno a protezione, restando pienamente responsabile di eventuali danni a persone o cose provocati da cedimenti del terreno; i piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e il Direttore dei lavori potrà richiedere ulteriori sistemazioni dei livelli, anche se non indicate nei disegni di progetto, senza che l'Impresa possa avanzare richieste di compensi aggiuntivi.

Tutti gli scavi eseguiti dall'Impresa, per la creazione di rampe o di aree di manovra dei mezzi, al di fuori del perimetro indicato, non saranno computati nell'appalto e dovranno essere ricoperti, sempre a carico dell'Impresa, a lavori eseguiti.

Negli scavi per condotte o trincee che dovessero interrompere il flusso dei mezzi di cantiere o del traffico in generale, l'Impresa dovrà provvedere, a suo carico, alla creazione di strutture provvisorie per il passaggio dei mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dal direttore dei lavori.

Per gli scavi eseguiti sotto il livello di falda su terreni permeabili e con uno strato d'acqua costante fino a 20 cm dal fondo dello scavo, l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'estrazione della stessa; per scavi eseguiti a profondità maggiori di 20 cm dal livello superiore e costante dell'acqua e qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e computati come tali. Le suddette prescrizioni non si applicano per gli scavi in presenza d'acqua proveniente da precipitazioni atmosferiche o rotture di condotte e per i quali l'Impresa dovrà provvedere, a sue spese, all'immediata estrazione dell'acqua ed alla riparazione dei danni eventualmente causati.

Tutte le operazioni di rinterro dovranno sempre essere autorizzate dal Direttore dei lavori.

### **3.11 SCAVI E REINTERRI – MODALITÀ ESECUTIVE**

Gli scavi dovranno essere eseguiti secondo le sezioni previste nell'allegato elaborato grafico e secondo le ulteriori disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori, che le potrà modificare in corso d'opera secondo quanto riterrà più opportuno senza che l'appaltatore possa pretendere compensi di sorta oltre il prezzo di elenco. I tracciati degli scavi saranno eseguiti in accordo con la Direzione Lavori previo accertamento, a cura e spese dell'impresa, dei servizi interrati esistenti.

Gli scavi dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da frammenti e simili. Gli scavi potranno anche venire eseguiti con gradualità allargamenti in sommità, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiale adattato, dei vuoti rimasti intorno alla trincea.

Nel caso di rotture o danneggiamenti di condutture, anche in difetto di tale preventivo accertamento, l'impresa sarà responsabile dei danni diretti ed indiretti, civili e penali, che ne dovessero derivare.

Nelle operazioni di tombamento si dovrà porre la massima cura al fine di evitare che vi siano pietre, sassi o altri corpi contundenti a contatto con le tubazioni posate.

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della D.L. non fossero ritenute idonee per il rinterro, dovranno essere portate a rifiuto alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, evitando, in questo caso, che le materie depositate arrechino danno ai lavori od alle proprietà, provochino frane od ostacolino il libero deflusso delle acque. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per i riempimenti, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento negli scavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la derivazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggettamenti.

Sono considerati scavi all'asciutto tutti quelli eseguiti anche in presenza di acque sorgive, purché, dopo il completo prosciugamento, il cavo possa essere mantenuto a gravità con l'apertura di brevi canali fuggitori o con la costituzione di piccole ture o procedimenti analoghi, nonché quelli in cui il livello statico della falda si mantiene minore o uguale a 30 cm sul fondo dello scavo.

L'indagine per l'ubicazione delle zone con presenza di acque stagnanti o di falda prossime alla superficie, nonché le eventuali escursioni stagionali, dovrà essere effettuata per tratti prima dell'inizio dei lavori. Su ciascun tratto si procederà all'esecuzione di assaggi, per programmare gli interventi per il prosciugamento e le attrezzature più idonee da impiegare.

L'impiego degli impianti well-point dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori tratto per tratto, al fine del riconoscimento del relativo compenso.

Relativamente alle opere di assistenza edile alla fornitura e posa di reti acque e gas, queste ultime svolte dal Gestore del Servizio (Iren S.p.A), si specifiche che sono riconducibili ad opere di scavo, rinterro, ripristino, compresa la fornitura e posa di sabbia, misto cementato o malta areata secondo le sezioni tipologiche riportate in progetto e secondo le indicazioni della DL e dei tecnici di Iren S.p.A. stessa, responsabile della progettazione e realizzazione delle reti suddette.

### **3.12 SCAVI DI SBANCAMENTO**



Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra 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 e quello terminale.

Appartengono inoltre alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi a larga sezione eseguiti sotto il piano di campagna per l'apertura della sede stradale, di piazzali, parcheggi ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per formazione di cassonetti, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, scavi per le demolizioni delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali, di splatemento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi 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.

Scavi da eseguire su qualunque terreno, esclusa la roccia da mina ma compreso dei trovanti rocciosi e muratura fino a 1 mc, compreso l'onere per ridurli a pezzature massime di 30 cm per il loro reimpiego se ritenuti idonei dalla Direzione lavori nello stesso cantiere per la costituzione dei rilevati.

In presenza di terreni contaminati, come ad esempio da materiali ferrosi o idrocarburi, si rimanda a - DM n°471/99

Delibera Giunta Regionale Emilia Romagna n° 1562/03

Titolo V del D.Lgs n° 152/06.

Qualora la profondità rispetto al piano di campagna sia superiore a ml. 1,50 l'Impresa potrà eseguire lo scavo con pareti a scarpata e gli oneri relativi saranno a carico dell'Amministrazione appaltante.

Saranno comunque a carico dell'Impresa il reinterro e la relativa compattazione.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Al fine di questa determinazione, la D.L., per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

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

Nel caso degli scavi di sbancamento per l'impianto di opere d'arte, non sarà pagato il riempimento a ridosso della muratura o degli 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.

### **3.13 SCAVI DI FONDAZIONE (SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA)**

Per scavi a sezione obbligata si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, eseguiti per le fondazioni di opere d'arte, la tombatura di canali, la costruzione di fognature e di fossi di guardia, la costruzione di reti tecnologiche. Lo scavo verrà eseguito a pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione.

Nel caso che l'Impresa, su parere favorevole dalla D.L., intendesse eseguire lo scavo con pareti a scarpata, l'eccedenza di scavo e le quantità di inerti o calcestruzzo conseguenti non saranno compensate. Resterà a carico dell'Impresa il ripristino alla densità preesistente delle zone interessate.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

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, in relazione alle indicazioni e prescrizioni riguardanti le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione (D.M. 11/3/1988, Circ. M. LL. PP. 24/9/1988, n. 30483).

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni progettuali sono perciò di semplice indicazione e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente,

senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Prima di iniziare le opere di fondazione, la Direzione dei lavori dovrà verificare ed accettare i relativi piani di posa, sotto pena di demolire l'opera eseguita per l'Appaltatore.

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

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbatacchiature, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, 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 cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere 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.

Nel caso di franamenti dei cavi, e a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisazione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa e quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; e escluso in ogni caso l'uso delle mine.

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, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione, questi scavi verranno compensati a parte con il relativo prezzo a scavi subacquei.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere, mediante pompe, canali fugatori o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dell'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà

essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indennati da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Lo scavo a sezione obbligata e da intendersi anche per l'esecuzione delle eventuali trincee drenanti (a sezione trapezia o rettangolare) da realizzarsi per eventuale abbassamento della falda idrica e relativo smaltimento delle acque non superficiali; tali sezioni potrebbero essere realizzate previa esecuzione di scavi di sbancamento atti alla preparazione del piano di posa dei mezzi meccanici.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché 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.

L'Impresa sarà tenuta ad usare ogni accorgimento tecnico per evitare l'immissione entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti, salvo i danni riconosciuti di forza maggiore.

In presenza di terreni contaminati, come ad esempio da materiali ferrosi o idrocarburi, si rimanda alle seguenti norme:

- DM n°471/99 Delibera Giunta Regionale Emilia Romagna n° 1562/03 Titolo V del D.Lgs n° 152/06.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'01/06/1988).

### **3.14 RILEVATI E RIEMPIIMENTI**

I rilevati e i riempiimenti dovranno essere eseguiti impiegando materiale riciclato, anche proveniente dalle demolizioni eseguite in cantiere; gli ultimi 30 cm al di sotto del pacchetto di pavimentazione dovranno essere eseguiti con materiale stabilizzato.

Le terre impiegate dovranno essere stese a strati adeguati ai mezzi di costipamento, ma comunque non superiori a 30-50 cm.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere della stessa tipologia.

### **3.15 ARMATURA DELLE PARETI DI SCAVO**

Quando le caratteristiche litologiche dei terreni siano tali da non consentire i lavori delle maestranze entro lo scavo in totale sicurezza, e in genere per profondità superiori a m. 1.50, per il contenimento delle pareti dovranno essere utilizzati idonei sistemi di protezione.

L'impiego di semplici puntelli collocati a qualsiasi interasse non potrà essere considerata come armatura idonea al contenimento degli scavi di profondità superiore a 1,50 metri.

Palancole metalliche

Le paratie per il sostegno di terre o per opere provvisorie sub-alveo potranno essere realizzate in palancole metalliche.

Per tali opere sarà onere dell'appaltatore, in quanto già compreso nei prezzi di elenco, la predisposizione del progetto esecutivo per la realizzazione di idonea struttura di contenimento e di puntellamento della paratia, firmata da ingegnere iscritto all'albo, da sottoporre in visione alla Direzione Lavori.

Viene pertanto richiamato integralmente il D.M. Min. LL.PP. 11/03/1988 e la Circ. Min LL.PP. 4/09/1988 n°30483.

L'esame del progetto da parte della Direzione Lavori non esonera dalle responsabilità derivanti per legge l'Appaltatore, che rimane unico e completo responsabile degli inconvenienti di qualsiasi importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Di norma dovranno essere utilizzate palancole di tipo Larssen, Hoesch, Krupp in acciaio, infisse mediante vibro-affondatore o battipalancole ad aria compressa, ed estratte ancora con vibroaffondatore o estrattore ad aria compressa.

In linea di massima, in presenza di terreni incoerenti, di falde acquifere in pressione, di limi sabbiosi si farà ricorso all'impiego di pali infissi allo scopo di provocare un costipamento ed un aumento di densità

del terreno circostante; ove invece dovessero raggiungersi strati profondi di roccia o terreno compatto si farà ricorso all'impiego di pali trivellati.

Il tipo di palancole o di pali di fondazione da utilizzare, il loro numero e la lunghezza saranno fissati dalla Direzione Lavori, sulla base dei dati geologici di progetto e di quelli che fornirà l'appaltatore a seguito di indagini ulteriori che lo stesso è tenuto ad effettuare.

### **3.16 REINTERRI E RILEVATI COMPATTATI**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

E' vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore. E obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali, da mettersi in opera a strati non eccedenti i  $0,25 \div 0,30$  metri, costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, solitamente detti a piede di pecora, vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua, in modo da ottenere una densità pari almeno a quella Proctor indicata nella rispettiva voce di elenco. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato, ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto dei rilevati tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno d'impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 metri, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 95% della densità massima con la relativa umidità ottima. Se detto terreno d'impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei rimpianti e costipazioni sul fondo invaso, a ridosso di piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

Sarà obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'asestamento delle terre, affinché l'opera, al momento del collaudo, abbia dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi, per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Impresa dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

Si evidenzia che nel caso di tubazioni con ricoprimenti esigui, che comunque non devono essere inferiori a 0.80 m, risulta preferibile, in alternativa al bauletto in cls, soletta di protezione in calcestruzzo di adeguato spessore ed armatura, posta 0.20 m al di sopra della tubazione rinfiancata in sabbia o ghiaietto e prolungata di almeno 0.20 m oltre il bordo dello scavo o l'adozione di tubazione non deformabile, avente le necessarie caratteristiche di resistenza. La posa di condotte in calcestruzzo deve prevedere sempre la realizzazione di adeguata soletta in cls dotata di opportuna rete elettrosaldata al fine di garantire uniformità di posa e la corretta realizzazione delle livellette previste da progetto.

### **3.17 RILEVATI ESEGUITI CON TERRE A BASSA PERMEABILITÀ**

Per la formazione di questi rilevati, oltre a rispettare tutte le indicazioni di cui all'articolo precedente relativo ai rilevati in genere, occorre attenersi scrupolosamente alle indicazioni riportate nei documenti posti a base di gara, con garanzia di permeabilità inferiori a  $10^{-7}$  m/s, con lavorazioni che comprenderanno tutti gli oneri di seguito indicati:

campionatura preventiva e caratterizzazione in laboratorio delle terre da utilizzare con prove Proctor o comunque preventivamente concordate con la Direzione dei Lavori;

posa delle terre per strati sottili, al soffice alti non più di 0,20 metri;

eventuale umidificazione del terreno con autobotte fino al raggiungimento della umidità ottimale di posa e compattazione;

compattazione delle terre posate con mezzi meccanici adeguati, fino a raggiungere il rispetto dei parametri geotecnici concordati sia in termini di resistenza alla compressione che alla permeabilità. Il rispetto dei requisiti verrà accertato con prove esperite da tecnici incaricati da parte della Committenza, con metodiche e procedure sia di tipo diretto che indiretto, in modo da dimostrare il conseguimento dei risultati garantiti;

ogni onere aggiuntivo necessario per l'esecuzione delle barriere a perfetta regola d'arte, nel rispetto dei parametri geotecnici richiesti dalla Direzione dei lavori.

comprenderanno tutti gli oneri di seguito indicati:

campionatura preventiva e caratterizzazione in laboratorio delle terre da utilizzare con prove Proctor o comunque preventivamente concordate con la Direzione dei Lavori;

posa delle terre per strati sottili, al soffice alti non più di 0,20 metri;

eventuale umidificazione del terreno con autobotte fino al raggiungimento della umidità ottimale di posa e compattazione;

compattazione delle terre posate con mezzi meccanici adeguati, fino a raggiungere il rispetto dei parametri geotecnici concordati sia in termini di resistenza alla compressione che alla permeabilità. Il rispetto dei requisiti verrà accertato con prove esperite da tecnici incaricati da parte della Committenza, con metodiche e procedure sia di tipo diretto che indiretto, in modo da dimostrare il conseguimento dei risultati garantiti;

ogni onere aggiuntivo necessario per l'esecuzione delle barriere a perfetta regola d'arte, nel rispetto dei parametri geotecnici richiesti dalla Direzione dei lavori.

### **3.18 DRENAGGI E FOGNATURE**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale qualora si rendessero necessari, saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato di scorrimento delle acque ipogee, l'Impresa provvederà alla esecuzione dei pozzi che a Direzione dei Lavori riterrà necessario praticare, in modo da definire il punto più depresso dello stato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, la profondità e la pendenza di questo.

Detti pozzi saranno scavati con larghezza uguale a quella del drenaggio ed in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati. Il fondo dei drenaggi dovrà, di norma, essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta; su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto di malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 cm. Secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente con il riempimento.

Il riempimento di pietrame a secco per drenaggi e fognature dovrà essere formato da pietre, da collocarsi in

opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre.

Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

I tubi del drenaggio avranno struttura portante, materiale e metodologia di posa concordata con la D.L. Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino in posizione opportuna.

Qualora il piano d'appoggio fosse permeabile, si dovrà prevedere la costruzione di una platea in calcestruzzo dello spessore minimo di 10 cm., sagomata in modo da accogliere il tubo o da far scolare in esso le acque che si raccolgono nel suo intorno. Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo.

Il rinterro dovrà essere eseguito a strati e ben battuto onde evitare cedimenti causati da assestamenti. L'installazione di tubi di scarico nei rilevati verrà fatta in cunicoli lungo la massima pendenza della scarpata, della profondità media di m. 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

### **3.18.1 CASSERI, ARMATURE PER OPERE IN CEMENTO ARMATO**

#### **3.18.2 CASSEFORME PER GETTI DI CALCESTRUZZO.**

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature e delle centinature l'Impresa è tenuta inoltre a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti, Enti o persone responsabili.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche di dimensioni adatte ed opportunamente irrigidite o controventate, per assicurare l'ottima riuscita delle strutture e delle superfici dei getti.

Solo nel caso di getti in calcestruzzo faccia-vista e per getti di minore importanza, la D.L. può autorizzare l'uso di casseforme in legno; in tale caso però dovranno essere eseguite con tavole piallate e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature e disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

Le superfici in vista dei calcestruzzi dovranno risultare lisce e compatte di getto, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie chiazze essendo stabilito che sulle murature in calcestruzzo e sui cementi armati dovranno essere fatti intonaci, salvo che per quei casi particolari in cui ciò fosse esplicitamente ordinato dalla D.L..

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature l'Impresa è tenuta a prendere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della sovrastruttura il disarmo possa venir fatto simultaneamente. I casseri dovranno essere costruiti in modo che al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse le sponde ed altre parti meno importanti senza recare danno all'opera.

Il disarmo verrà effettuato allorché il conglomerato avrà fatto sufficiente presa; in ogni modo non prima dei termini prescritti dal regolamento in vigore.

L'impresa dovrà avvertire in precedenza la Direzione Lavori indicando le modalità con le quali verrà eseguito il disarmo.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate ed i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente immediatamente dopo il disarmo con betoncini antiritiro; ciò, qualora tali difetti ed irregolarità siano contenute nei limiti che la D.L., a suo esclusivo giudizio riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette ricreazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa. Eventuali ferri di legatura, sporgenti dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con betoncini antiritiro; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Gli agenti disarmanti dovranno essere esclusivamente di tipo chimico in modo da non compromettere le successive operazioni di finitura superficiale e di protezione del calcestruzzo.

La mancata osservazione della presente norma comporterà una accurata sabbiatura delle superfici e prove di aderenza dei rivestimenti previsti, operazioni entrambe da addebitare a completo ed esclusivo carico dell'Impresa appaltatrice delle opere.

Posa delle armature metalliche nei casseri per getti di cemento armato.

Le armature metalliche saranno disposte nelle posizioni progettate, legate agli incroci con filo di ferro e tenute in posto con puntelli e sostegni provvisori e dovranno essere impiegati opportuni distanziatori.

I ferri sporchi ed arrugginiti saranno ripuliti prima della loro messa in opera.

Nelle interruzioni, che dovranno essere fatte nelle parti di minore sollecitazione e sfalsate tra di loro, i ferri si dovranno sovrapporre per la lunghezza regolamentare legandoli insieme e ripiegandone le estremità.

La Direzione Lavori controllerà la posizione dei ferri prima del getto e potrà ordinare altresì le modifiche che riterrà necessarie per uniformare l'armatura alle disposizioni vigenti.

### **3.18.3 TRASPORTO STOCCAGGIO E MOVIMENTO DEGLI ELEMENTI**

#### **PREFABBRICATI IN C.A.**

Programma dei lavori e consegna dei materiali

La costruzione di un edificio ad elementi prefabbricati viene, di norma, eseguita sulla base di un progetto esecutivo e di uno schema di montaggio che illustra le strutture nell'insieme e nei dettagli e al quale il montatore si deve scrupolosamente attenere segnalando tempestivamente alla Direzione Lavori eventuali situazioni difformi e pregiudizievoli.

Le fondazioni e le strutture in genere eseguite in sito dall'Impresa secondo le esigenze di montaggio dei componenti prefabbricati, devono essere, a giudizio del Direttore dei Lavori di montaggio, sufficientemente stagionate prima dell'inizio delle operazioni di montaggio.

Dovranno essere predisposte, a cura della ditta di montaggio, accurate cartellonistiche d'avvertimento delle lavorazioni in corso secondo quanto previsto ed illustrato.

Ogni attrezzatura e mezzo di montaggio dovrà essere utilizzato nell'ambito delle rispettive prestazioni nominali verificandone costantemente la piena efficienza; lo stato di manutenzione e il corretto impiego, come da manuale operativo della macchina.

Eventuali danneggiamenti conseguenti al trasporto, devono essere rilevati all'atto dello scarico dell'elemento e comunicati immediatamente sia al responsabile della ditta produttrice che al vettore che ha effettuato il trasporto.

Preparazione del cantiere di montaggio

La preparazione del cantiere e delle vie d'accesso è una condizione fondamentale per la sicurezza operativa. In particolare le vie di transito degli autotreni e l'area di piazzamento delle autogru, dovranno essere consolidate e livellate in modo da garantire la stabilità dei mezzi di sollevamento e di trasporto in qualsiasi condizione. Molti incidenti, quasi sempre gravi, si sono verificati per il rovesciamento delle

gru durante il lavoro o per la caduta dei manufatti a seguito di inclinazioni dei mezzi di trasporto per cedimento del terreno delle vie di transito. Incidenti, meno gravi ma più frequenti, avvengono su aree di lavoro mal livellate per la caduta di operai con conseguenti distorsioni di arti, fratture, abrasioni e contusioni.

E' necessario delimitare opportunamente l'area di lavoro per impedire il passaggio di estranei.

Deve essere vietata la presenza contemporanea degli operai d'altre imprese durante il lavoro di montaggio.

### **3.18.4 TRASPORTO DEGLI ELEMENTI**

Prima dell'inizio di ogni cantiere vengono predisposte delle apposite schede di carico che serviranno successivamente agli autotrasportatori e agli uomini di cantiere addetti alla movimentazione dei manufatti stoccati. In esse sono indicati il numero ed il tipo degli elementi da trasportare, la commessa, il luogo di destinazione ed il numero progressivo di ogni scheda. I viaggi previsti giornalmente vengono precedentemente organizzati ed indicati in una apposita tabella, suddivisi per cantiere un giorno o due prima del carico.

Una volta ultimate vengono inserite in un apposito programma informatico per il regolare svolgimento delle bolle di consegna. Il programma consente inoltre di poter effettuare un controllo incrociato tra il materiale prodotto ed il materiale da trasportare.

Gli autisti incaricati devono presentarsi presso l'Ufficio Tecnico, ritirare la scheda di carico, presentarla in cantiere al personale addetto e provvedere al carico del proprio mezzo di trasporto col supporto della squadra di carico.

Prima della partenza bisogna ritornare presso gli uffici per il ritiro della bolla di consegna. E' della massima importanza, ai fini della sicurezza delle persone, che venga assicurata la stabilit  del carico, prendendo quei provvedimenti atti ad evitare che il carico trasportato possa rotolare o cadere.

E' inoltre importante che il carico non superi la portata massima del mezzo di trasporto, un eventuale sovraccarico comprometterebbe l'efficienza del mezzo e la sua stabilit .

Le macchine utilizzate dovranno essere mantenute sempre in buono stato di conservazione ed efficienza. Nel caso di carichi particolarmente ingombranti, bisogna adottare le necessarie misure e precauzioni atte ad evitare urti contro materiali, impianti, strutture d'edifici. Nella circolazione all'interno dello stabilimento bisogna rispettare una velocit  moderata in ingresso, all'interno e in uscita. Percorrendo vie di transito con pavimentazione sconnessa, bisogna procedere molto

lentamente e in modo da non compromettere la stabilit  del carico e del mezzo stesso; particolare attenzione va posta in prossimit  di avvallamenti o buche che vanno possibilmente evitati.

Spesso la fase critica del trasporto dei manufatti si verifica nelle vicinanze dell'area di montaggio, in quanto sia gli accessi sia l'insufficiente preparazione del terreno (dislivelli, terreno cedevole, buche, ecc.) possono danneggiare i carichi o renderli instabili. Pertanto deve essere effettuata (come norma antinfortunistica), una ricognizione preliminare delle vie d'accesso e delle aree di lavoro, effettuata da personale responsabilizzato. I mezzi di trasporto e le gru che circolino a marcia indietro nel cantiere dovranno essere guidati da una seconda persona a terra.

Lavori in prossimit  di linee elettriche

Quando occorre effettuare lavori in prossimit  di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, ferme restando le norme di buona tecnica, si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni: mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;

posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;

tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza.

La distanza di sicurezza deve essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti e comunque la distanza di sicurezza non deve essere inferiore ai limiti di cui all'allegato IX del D.Lgs. 81/2008, o a quelli risultanti dall'applicazione delle pertinenti norme tecniche.

Tab. 1 Allegato IX – Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto



degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche:

| Un (kV)            | D (m) |
|--------------------|-------|
| $\leq 1$           | 3     |
| $1 < Un \leq 30$   | 3,5   |
| $30 < Un \leq 132$ | 5     |
| $> 132$            | 7     |

Dove Un = tensione nominale.

Stoccaggio degli elementi prima del montaggio

Lo stoccaggio dei manufatti in stabilimento segue delle regole precise per non incorrere in situazioni d'instabilità dell'equilibrio oppure in sollecitazioni eccessive. Tali regole vanno tassativamente rispettate anche nello stoccaggio dei manufatti nell'area di montaggio.

Pertanto, ogni tipo di manufatto viene corredato da uno schema di stoccaggio a pie d'opera, che definisca la qualità del materiale provvisoriale, necessario alla sua stabilità, oltre che le massime condizioni permesse per lo stoccaggio in sicurezza.

Lo stoccaggio degli elementi prefabbricati deve avvenire nelle zone predisposte allo svolgimento di tale operazione. In cantiere sono presenti autogru adibite alla funzione di stoccaggio e movimentazione manufatti per il successivo montaggio.

Ogni elemento o gruppo di elementi vengono contraddistinti da un cartellino di identificazione per agevolare le normali procedure operative.

In stabilimento sono state predisposte delle apposite aree in cui stoccare i prodotti finiti suddivisi per tipologia di manufatto (tegoli piani, tegoli TT, travi P/10, ecc.) e per commessa in modo da essere facilmente rintracciabili al momento del carico.

In cantiere, gli elementi prefabbricati devono essere depositati nelle zone prestabilite; i corridoi di transito devono risultare sempre liberi per poter agevolare le normali procedure d'accatastamento.

Il materiale deve essere depositato in modo da garantire la stabilità, sia nella fase di stoccaggio che in quella di sollevamento. Occorre curare la corretta sovrapposizione in modo che la catasta risulti ben verticale e non pendente da un lato. La distanza tra le cataste deve essere tale da poter garantire condizioni di sicurezza nelle successive operazioni di ripresa dei manufatti.

I mezzi meccanici saranno condotti da personale dotato di patente adatta e che hanno ricevuto una formazione ed un addestramento adeguato all'uso delle attrezzature.

E' vietata la presenza di persone nel campo d'azione dell'autogru.

In caso di macchine gommate verrà verificato lo stato di usura dei pneumatici. Le macchine devono essere mantenute in buono stato di efficienza attraverso frequenti controlli periodici programmati che tengono conto di quanto previsto dalla casa costruttrice.

Le rampe di accesso avranno pendenza adeguata alle caratteristiche del mezzo meccanico e larghezza tale da consentire un franco di almeno cm 70 oltre la sagoma d'ingombro del veicolo.

Prima di consentire l'accesso delle macchine operatrici in cantiere verrà verificata la stabilità del terreno.

Il carico, il trasporto e lo scarico degli elementi prefabbricati saranno effettuati con mezzi e modalità appropriati, in modo da assicurare la stabilità del carico e del mezzo, in relazione alla velocità di quest'ultimo ed alle caratteristiche del percorso.

I percorsi nel cantiere verranno fissati previo controllo della loro agibilità e portanza; il controllo verrà ripetuto ogni volta che, a seguito dei lavori o di fenomeni atmosferici, se ne possa presumere la modifica. Nel caso di terreni in pendenza, verrà verificata l'idoneità dei mezzi di sollevamento a sopportare il maggior momento ribaltante determinato dallo spostamento dei carichi sospesi.

Verrà verificata l'idoneità del sottofondo a sopportare lo sforzo frenante soprattutto in conseguenza di eventi atmosferici sfavorevoli.

Lo stoccaggio dei pezzi deve essere eseguito nel rispetto delle disposizioni scritte, predisposte a cura della Società di prefabbricazione. Le modalità di stoccaggio degli elementi prefabbricati saranno tali da garantire la stabilità al ribaltamento, tenute presenti le eventuali azioni di agenti atmosferici o azioni esterne meccaniche.

Gli elementi di sostegno saranno dimensionati in modo da resistere alla spinta loro trasmessa dagli elementi prefabbricati senza tener conto dell'eventuale equilibramento ottenibile con particolare sistemazione dei pezzi stoccati.

I piani di stoccaggio avranno resistenza adeguata alle azioni trasmesse dagli elementi stoccati al fine di evitare crolli o ribaltamenti dovuti a cedimenti dei piani medesimi.

Le portate utili delle puntellazioni o degli elementi di puntellazione impiegati, saranno indicate con apposita targhetta o sistema equivalente.

Tra una catasta/fila e l'altra verrà lasciato uno spazio libero che garantisca la sicurezza delle persone durante le operazioni di stoccaggio e prelievo dei manufatti.

Per agganciare o sganciare i manufatti dalla gru si farà uso di scale; sarà vietato salire e camminare sui manufatti.

### **3.18.5 SOLLEVAMENTO DEGLI ELEMENTI PREFABBRICATI - NORME GENERALI**

Prima dell'inizio dei lavori di sollevamento il gruista è tenuto a controllare tutti i pesi propri dei manufatti da sollevare e a valutare le condizioni generali dell'ambiente. Tali pesi sono indicati sul cartellino apposto dal costruttore su ogni singolo manufatto insieme al relativo contrassegno di riconoscimento.

I mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio.

L'imbragatura degli elementi prefabbricati va fatta osservando tutte le norme contenute nel D.Lgs. 81/2008. In corrispondenza del contatto con spigoli vivi dell'elemento da sollevare vanno impiegati idonei dispositivi di protezione.

Verificare sempre l'eventuale presenza di linee elettriche e operare in zona di sicurezza.

Nella fase di sollevamento il personale non deve assolutamente sostare sotto i carichi sospesi e neppure nel raggio d'azione della gru. Nessuna persona può essere sollevata o fatta discendere insieme al carico.

Prima di iniziare le operazioni di scarico è necessario assicurarsi che la stabilità dei manufatti sui mezzi di trasporto sia garantita anche dopo lo scarico di alcuni di essi, e che il personale non si trovi tra il manufatto che deve essere sollevato e la cabina dell'automezzo o altri manufatti in giacenza.

Le manovre di sollevamento e brandeggio dei carichi (preventivamente segnalate ed interdette ai non addetti ai lavori) saranno comandate da un operatore esperto, e da personale a terra, situato ad un'opportuna distanza di sicurezza e in zone idonee, con piena visuale delle operazioni di movimentazione dei carichi. Per l'imbracatura dei carichi è necessario che il personale acceda alla

sommità della catasta sui mezzi di trasporto. Tali operazioni, non di rado, hanno dato origine a gravi cadute (l'altezza di lavoro infatti raggiunge spesso o anche supera i 4 m). È necessario prevedere, per questa importante fase di lavoro, delle predisposizioni di sicurezza opportune sia sui mezzi di trasporto che sui manufatti stessi. In presenza di vento forte il montaggio di prefabbricati deve essere interrotto. Il personale addetto alle operazioni d'imbracatura deve conoscere con sufficiente precisione il peso dei singoli manufatti, la portata e il modo d'impiego degli imbraghi in dotazione.

I manufatti lunghi oltre i 10 m devono essere sempre guidati da terra durante il sollevamento da almeno una fune di controllo; quelli lunghi oltre 20 m da due funi (quando si impieghi 1 sola gru).

Gli apparecchi di sollevamento risulteranno appropriati, per quanto riguarda la sicurezza, alla natura, alla forma e al volume dei carichi al cui sollevamento sono destinati, nonché alle condizioni di impiego con particolare riguardo alle fasi di avviamento e di arresto. Saranno usati in modo rispondente alle loro caratteristiche.

Nell'esercizio degli apparecchi di sollevamento verranno adottate le necessarie misure per assicurare la stabilità del mezzo e del suo carico, in relazione al tipo del mezzo stesso, alla sua velocità, alle accelerazioni in fase di avviamento e di arresto ed alle caratteristiche del percorso.

Sugli apparecchi di sollevamento è indicata la portata massima ammissibile, mediante affissione di apposito cartello.

Se la portata varia col variare delle condizioni d'uso degli apparecchi di sollevamento, quali l'inclinazione e la lunghezza dei bracci di leva delle gru a torre, lo spostamento dei contrappesi, gli appoggi supplementari e la variazione della velocità, l'entità del carico ammissibile verrà indicata mediante appositi cartelli, con esplicito riferimento alle variazioni delle condizioni d'uso.

Le modalità d'impiego degli apparecchi di sollevamento verranno richiamate mediante avvisi chiaramente visibili.

I ganci per apparecchi di sollevamento saranno provvisti di dispositivi di chiusura dell'imbocco o saranno conformati, per particolare profilo della superficie interna o limitazione dell'apertura di imbocco (profilo a norma UNI), in modo da impedire lo sganciamento delle funi, delle catene e degli altri organi di presa.

I ganci riporteranno in rilievo o incisa la chiara indicazione della loro portata massima ammissibile.

Gli organi ed i posti di comando saranno collocati in modo da essere facilmente accessibili dall'operatore e che il loro azionamento risulti agevole.

Gli apparecchi di sollevamento saranno provvisti di dispositivi acustici di segnalazione e di avvertimento. Le funi o le catene saranno sottoposte a verifiche trimestrali da personale esperto; gli apparecchi saranno sottoposti a controlli periodici al fine di mantenerli in buono stato di conservazione ed efficienza.

E' vietato il sollevamento ed il trasporto delle persone, anche saltuariamente o per sole operazioni di riparazione e di manutenzione, a meno che non vengano adottate misure di sicurezza atte a garantire la sicurezza delle persone.

L'uso degli apparecchi di sollevamento è riservato a lavoratori addestrati ed autorizzati; verrà impedito l'uso ai non autorizzati.

Si sottolinea che il capannone previsto, dovrà essere realizzato con caratteristiche REI 120, come specificato nella descrizione di elenco prezzi.

### **3.19 PONTEGGI – STRUTTURE DI RINFORZO**

Tutti i ponteggi e le strutture provvisorie di lavoro dovranno essere realizzati in completa conformità con la normativa vigente per tali opere e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

1) Ponteggi metallici - dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

1. tutte le strutture di questo tipo con altezze superiori ai m 20 dovranno essere realizzate sulla base di un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato;
2. il montaggio di tali elementi sarà effettuato da personale specializzato;
3. gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, appoggi) dovranno essere contrassegnati con il marchio del costruttore;
4. sia la struttura nella sua interezza che le singole parti dovranno avere adeguata certificazione ministeriale;
5. tutte le aste di sostegno dovranno essere in profilati senza saldatura;
6. la base di ciascun montante dovrà essere costituita da una piastra di area 18 volte superiore all'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
7. il ponteggio dovrà essere munito di controventature longitudinali e trasversali in grado di resistere a sollecitazioni sia a compressione che a trazione;
8. dovranno essere verificati tutti i giunti tra i vari elementi, il fissaggio delle tavole dell'impalcato, le protezioni per il battitacco, i corrimano e le eventuali mantovane o reti antidetriti.

2) Ponteggi a sbalzo - saranno realizzati, solo in casi particolari, nei modi seguenti:

1. le traverse di sostegno dovranno avere una lunghezza tale da poterle collegare tra loro, all'interno delle superfici di aggetto, con idonei correnti ancorati dietro la muratura dell'eventuale prospetto servito dal ponteggio;
2. il tavolato dovrà essere aderente e senza spazi o distacchi delle singole parti e non dovrà, inoltre, sporgere per più di 1,20 m.

3) Puntellature - dovranno essere realizzate con puntelli in acciaio, legno o tubolari metallici di varia grandezza solidamente ancorati nei punti di appoggio, di spinta e con controventature che rendano solidali i singoli elementi; avranno un punto di applicazione prossimo alla zona di lesione ed una base di appoggio ancorata su un supporto stabile.

4) Travi di rinforzo - potranno avere funzioni di rinforzo temporaneo o definitivo e saranno costituite da

elementi in legno, acciaio o lamiera con sezioni profilate, sagomate o piene e verranno poste in opera con adeguati ammorsamenti nella muratura, su apposite spallette rinforzate o con ancoraggi adeguati alle varie condizioni di applicazione.

### **3.20 SISTEMI DI PULITURA DEI MATERIALI**

1. Nelle operazioni di pulitura dei singoli materiali l'appaltatore dovrà osservare, con la massima cura, le indicazioni fornite dalle specifiche tecniche allegate al progetto e le richieste del direttore dei lavori; tali indicazioni sono rivolte alla rimozione di sostanze patogene dalle superfici esposte la cui azione produce un deterioramento costante delle parti attaccate.
2. In considerazione del fatto che molto spesso gli interventi di pulitura vengono effettuati su materiali già molto degradati tutte queste operazioni dovranno essere precedute da un attento esame delle cause e dello stato di fatto riscontrabile sulle parti da trattare per poi effettuare dei trattamenti adeguati al necessario ripristino senza causare danneggiamenti di natura meccanica o chimica alle superfici interessate.
3. Gli interventi di pulitura da utilizzare sono indicati nei seguenti tre ordini:
  - 1) primo livello di pulitura con il quale si provvederà alla rimozione di parti incoerenti (particelle atmosferiche e terrose) accumulate per gravità, in conseguenza di precipitazioni atmosferiche o per risalita capillare con depositi salini;
  - 2) secondo livello di pulitura rivolto alla rimozione di depositi composti da sostanze allo gene accumulate con depositi atmosferici penetrati in profondità o con presenza di sali che tendono a legarsi meccanicamente alla superficie dei materiali esposti alterandone in minima parte la natura chimica;
  - 3) terzo livello di pulitura che riguarda la rimozione dello strato superficiale alterato da sostanze esterne che hanno provocato una mutazione chimica dello strato stesso che genera fenomeni di reazione quali l'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche o prodotti gessosi (croste) che si formano su materiali lapidei con azione progressiva nel tempo.

#### SISTEMI DI PULITURA

1. Prima di procedere alla scelta del sistema di pulitura si dovrà valutare lo stato di degrado del materiale da trattare che potrebbe essere, in caso di deterioramento profondo del supporto, fortemente danneggiato dallo stesso intervento di pulitura; in questi casi, secondo le indicazioni del direttore dei lavori, si dovranno eseguire dei preventivi consolidamenti, anche temporanei, del supporto stesso per consentire l'esecuzione delle operazioni previste senza causare ulteriori distacchi dei materiali originari.
2. La rimozione dei materiali superficiali potrà essere effettuata anche con un'azione di pulizia estremamente leggera eseguita con spazzole, scope di saggina o aria compressa; per la rimozione di depositi fortemente legati al supporto originario si dovrà procedere con l'impiego di tecniche più complesse indicate nel seguente elenco.

##### *a) Sabbbiatura.*

Sarà utilizzata su superfici molto compatte utilizzando abrasivi naturali e pressioni ridotte (500-2000 g/mq) oppure, preferibilmente, su superfici metalliche ossidate o verniciate, per la rimozione di tinteggiature su superfici lignee sempre sulla base di opportune calibrature di abrasivi e pressioni di esercizio eseguite secondo le specifiche tecniche o le indicazioni del direttore dei lavori.

La sabbbiatura non dovrà essere impiegata per la pulizia di materiali e superfici porose mentre è fatto espresso divieto di uso dell'idrosabbbiatura, della sabbbiatura ad alta pressione, di acqua o vapore ad alta pressione e di interventi di pulizia eseguiti con spazzole metalliche, dischi o punte abrasive.

##### *b) Interventi con il laser*

Dovranno essere effettuati con un'apparecchiatura laser ad alta precisione in grado di rimuovere depositi carbogessosi da marmi e materiali di colore chiaro; il trattamento sarà eseguito con esposizione dei depositi di colore scuro al laser per ottenere un innalzamento della temperatura che consente la loro vaporizzazione senza alcuna trasmissione di temperatura o vibrazioni alle superfici chiare circostanti dello stesso materiale.

##### *c) Acqua nebulizzata*

Questo procedimento dovrà essere ottenuto con l'atomizzazione dell'acqua a bassa pressione (3-4 atmosfere) con una serie di ugelli che consentano di irrorare acqua (deionizzata) e di orientarla verso le parti da trattare nei tempi e modi stabiliti dalle specifiche tecniche o allegate ai materiali stessi. Tutti i circuiti dovranno essere di portata, materiali e caratteristiche adeguate al loro uso o destinazione.

L'irrorazione dovrà essere compiuta ad una temperatura di 3 atmosfere (con particelle d'acqua di 5-10 micron), le operazioni di pulizia dovranno essere eseguite ad una temperatura esterna di almeno 14

gradi centigradi e non potranno protrarsi oltre le 4 ore consecutive di trattamento su una stessa superficie.

*d) Argille assorbenti*

Se prescritto o qualora non fosse possibile utilizzare sistemi con acqua a dispersione si dovranno eseguire le operazioni di pulizia con impacchi di argille speciali (silicati idrati di magnesio, bentonite) previa bagnatura del materiale con acqua distillata. La granulometria dell'argilla dovrà essere di 100- 220 Mesh e dovrà avere una consistenza tale da permettere la lavorazione su strati di 2-3 cm che dovranno essere applicati alle superfici da trattare.

*e) Ultrasuoni*

Potranno essere utilizzati solo in condizioni di trasmissioni delle onde sonore con veicolo liquido (acqua) poste sotto controllo strumentale e della direzione lavori; durante le varie fasi di applicazione degli ultrasuoni si dovranno evitare, in modo assoluto, lesioni o microfratture del materiale trattato intervenendo sulle varie zone in modo graduale e controllato.

*f) Sistemi di tipo chimico*

Nel caso di rimozione di depositi sedimentati su alcune superfici (murature e paramenti) si potranno utilizzare sistemi di tipo chimico caratterizzati dall'impiego di reagenti (carbonati di ammonio e di sodio) da applicare con supporti di carta giapponese tenuti a contatto con le superfici con tempi che oscillano dai pochi secondi a qualche decina di minuti.

Le superfici dei materiali da trattare potranno essere pulite anche con l'uso delle seguenti applicazioni:

- acidi (cloridrico, fosforico, fluoridrico);
- alcali (bicarbonato di ammonio e di sodio) a ph 7-8 che non dovranno, tuttavia, essere applicati su calcari o marmi porosi a causa della conseguente formazione di sali che potrebbe seguire;
- carbonato di ammonio da diluire al 20% in acqua per l'eliminazione dei sali di rame;
- solventi basici necessari per la eliminazione degli oli;
- solventi clorurati per la rimozione delle cere.

I seguenti prodotti, ad azione più incisiva, dovranno essere utilizzati sotto la stretta sorveglianza del direttore dei lavori e con la massima cura e attenzione a causa delle alterazioni che potrebbero causare anche sulle parti integre delle superfici da trattare; tali materiali sono:

- impacchi biologici (a base ureica) da utilizzare per la rimozione di depositi su materiali lapidei che dovranno essere applicati in impasti argillosi stesi sulle superfici e ricoperti con fogli di polietilene; la durata del trattamento potrà variare dai 20 ai 40 giorni in funzione delle prove eseguite prima dell'intervento proprio per valutare i tempi strettamente necessari a rimuovere esclusivamente i depositi senza danneggiare il supporto;
- sverniciatori (metanolo, toluene, ammoniac per vernici) necessari alla rimozione di strati di vernice e smalto applicata su supporti di legno o metallo; le modalità di applicazione dovranno essere con pennello o similari purché sia garantita una pellicola di spessore minimo che dovrà essere rimossa, insieme alle parti da distaccare, dopo ca. 1 ora dall'applicazione.

### **3.21 NORME GENERALI PER TUBAZIONI E MANUFATTI PER IMPIANTI FOGNANTI**

#### **3.21.1 PROGETTO COSTRUTTIVO**

La posa in opera di qualunque tipo di tubazione dovrà essere preceduta, qualora dal progetto non emergano specifiche indicazioni, ove necessario, dallo studio esecutivo particolareggiato delle opere da eseguire, lo studio sarà completo di relazioni, calcoli, grafici e quant'altro necessario per individuare le opere sotto ogni aspetto, sia analitico che esecutivo a carico dell'Impresa.

Per i manufatti prefabbricati, dovranno essere forniti, per accettazione dalla DL ,apposita Relazione di calcolo, elaborati grafici strutturali e ogni altro elaborato necessario al deposito sismico del progetto ove necessario.

Dovranno comunque essere rispettate le "Norme tecniche relative alle tubazioni" emanate con D.M. 12 dicembre 1985 nonché le relative "Istruzioni" diffuse con Circolare Min. LL.PP. n. 27291 del 20 marzo 1986. I tubi, i raccordi e gli apparecchi da impiegare, del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche indicate nel presente Capitolato o nel progetto, o quelle più particolari o diverse eventualmente specificate in Elenco.

La posizione esatta cui dovranno essere posti i raccordi o gli apparecchi dovrà essere riconosciuta od approvata dalla Direzione Lavori; di conseguenza resterà determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

Resta stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni. In particolare l'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori dovrà presentare alla DL,, per i condotti della rete bianca e nera, la verifica statica, a firma di tecnico abilitato, in accordo ai materiali prescelti, alle condizioni di posa adottate e ai limitati ricoprimenti della rete sui diversi diametri adottati.

### **3.21.2 GIUNZIONI IN GENERE**

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

Le giunzioni non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino a collaudo.

I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza. Murature di contrasto e di ancoraggio

Tutti i pezzi speciali come curve planimetriche ed altimetriche, derivazioni, estremità cieche di tubazioni, saracinesche di arresto, ecc., se inseriti in tubazioni soggette a pressione (anche occasionalmente), dovranno essere opportunamente contrastati od ancorati. Parimenti murature di ancoraggio dovranno costruirsi per le tubazioni da posare in terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente a seconda del tipo di giunzione.

I blocchi di contrasto saranno generalmente di calcestruzzo e verranno proporzionati alla spinta da sostenere, spinta che sarà funzione della pressione di prova e del diametro della tubazione.

Nel caso di curve verticali convesse, l'ancoraggio verrà assicurato da cravatte di acciaio fissate al blocco e protette contro la corrosione. In tutti i casi i giunti della tubazione dovranno risultare accessibili. Attraversamenti

In tutti gli attraversamenti stradali, ove non fossero presenti cunicoli o controtubi di protezione, dovrà provvedersi all'annegamento dei tubi in sabbia, curando che il reinterro sulla generatrice superiore non sia inferiore ad 1 m. Ove si dovessero attraversare dei manufatti, dovrà evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, curando al tempo la formazione di idonei cuscinetti fra tubo e muratura a protezione anche dei rivestimenti.

### **3.21.3 RINTERRO DEI CAVI**

L'altezza dei rinterri sulla generatrice superiore delle tubazioni potrà variare in rapporto alle condizioni del tracciato (morfologia e natura dei terreni e tipologia dei carichi). In ogni caso tale altezza non potrà essere inferiore a:

0,60 m ove il tracciato interessi terreni incolti, boschi, strade pedonali;

1,00 m nel caso di terreni coltivati e strade soggette a traffico leggero;

1,50 m nel caso di strade soggette a traffico pesante.

a meno di diverse indicazioni riportate negli elaborati di progetto e/o eventuali prescrizioni della Direzione Lavori, del Collaudatore o degli Enti.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore dovrà verificare le condizioni statiche delle tubazioni in rapporto anche ai carichi ovalizzanti e pertanto lo stesso sarà unico responsabile degli eventuali danni che dovessero verificarsi, per insufficiente ricoprimento o per mancanza od inidoneità delle protezioni.

### **3.21.4 POZZETTI DI ISPEZIONE**

Saranno preferibilmente realizzati con elementi prefabbricati atti a resistere ai carichi di I categoria.

Potranno comunque essere realizzati in conglomerato cementizio Rck 350, armati con idonea armatura atta a resistere a carichi di I categoria ed avranno, di norma, salvo diversa indicazione della D.L., in ogni caso sezione non inferiore a 0,40 x 0,40 m e pareti di spessore non inferiore a 15 cm (se realizzati in opera).

I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica, rimanendo inteso che tale disposizione vale anche per le tipologie seguenti, per cui l'inserimento delle tubazioni ai pozzetti dovrà avvenire con l'ausilio di manicotti adatti al tipo di materiale che saranno sigillati alla pozzetto con materiale idroespansivo.

I pozzetti dovranno avere profilo di scorrimento continuo, nel caso di fognature nere e miste, ed idoneo volume di sedimentazione nel caso di fognature bianche.

Quelli per acque nere e miste dovranno inoltre essere rivestiti con idonee resine protettive preferibilmente di tipo epossidico.

I pozzetti di ispezione dovranno essere collocati in corrispondenza degli innesti, degli incroci, degli angoli e delle variazioni di pendenza; dovranno altresì essere collocati lungo l'asse delle canalizzazioni secondo quanto previsto negli elaborati grafici.

**Pozzetti di lavaggio**

Potranno essere di testa od intermedi (a lavaggio laterale). I primi saranno posti all'inizio di ciascuna fogna nera elementare ed anche nelle fogne principali prive di affluenti nel tratto iniziale; i secondi lungo i percorsi delle fogne eccessivamente lunghe e di scarsa pendenza.

Nella forma più semplice i pozzetti saranno realizzati a doppia camera di cui la prima (di dimensioni non inferiori a 0,70 x 1,00 m) costituirà ispezione del condotto fognante (tratto iniziale o intermedio che sia) e la seconda costituirà vasca di raccolta dell'acqua di lavaggio e conterrà il dispositivo di sifonaggio automatico. Entrambe le camere dovranno essere ispezionabili attraverso idonei chiusini ed accessibili mediante scalette a pioli con gradini in acciaio zincato. La vasca avrà una capacità utile non inferiore a 0,5 m<sup>3</sup> e sarà rivestita con intonaco cementizio retinato, salvo diversa disposizione.

### **3.21.5 POZZETTI DI SCARICO**

Intesi come pozzetti di scarico delle acque stradali (caditoie) potranno essere, in rapporto alla installazione prescritta, sia a caduta verticale che a bocca di lupo; entrambi nel tipo prefabbricato o realizzato in opera, con o senza sifone e con eventuale raccolta dei fanghi attuata a mezzo di appositi cestelli in lamiera di acciaio zincata e tramoggia di convogliamento.

I pozzetti prefabbricati saranno di norma realizzati con elementi in conglomerato cementizio vibrato, ad elevato dosaggio di cemento, armato con tondo di acciaio nervato ed avranno spessore delle pareti non inferiore a 5 cm. Per l'innesto dei tubi dovranno essere dotati, a secondo dei tipi, di uno o più diaframmi sulle pareti, del diametro di 20÷30 cm, tali comunque da non alterare la resistenza delle pareti stesse. I pozzetti realizzati in opera saranno di norma costruiti in conglomerato cementizio dosato a 300 kg/m<sup>3</sup>, idoneamente armato, ed avranno spessore delle pareti non inferiore ad 8 cm.

I pozzetti a caduta verticale avranno dimensioni interne non inferiori a 40 x 40 cm, se privi di sifone e non inferiore a 50 x 70 cm se sifonati.

Questi ultimi dovranno essere completi di setto di divisione (di spessore non inferiore a 3 cm) o di altro tipo idoneo di intercettore (preferibilmente in ghisa ed ispezionabile), di elementi in conglomerato cementizio armato per la copertura della camera sifonata e di griglia con telaio. I pozzetti a bocca di lupo avranno dimensioni minime trasversali uguali a quelle precedentemente riportate, altezza non inferiore a 90 cm, e dovranno essere completi degli elementi di cui in precedenza, dove però la griglia sarà sostituita da idoneo chiusino.

### **3.21.6 VASCHE PER IMPIANTI**

Le vasche per impianti di sollevamento saranno realizzate preferibilmente con elementi prefabbricati in c.a. a pianta rettangolare.

Dovranno essere fornite nel pieno rispetto delle dimensioni interne indicate negli elaborati progettuali; vasche con dimensioni diverse vanno comunque preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

Gli spessori delle pareti si intendono sempre di massima, rimanendo inteso che le verifiche statiche esecutive delle opere dovrà essere redatto con piena responsabilità dall'Appaltatore.

## **3.22 TUBAZIONI IN PVC**

### **3.22.1 PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE**

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni e dei raccordi in PVC rigido da impiegarsi nell'ambito del presente appalto per la costruzione delle fognature e dei relativi allacciamenti, sono contenute nelle seguenti norme, che si intendono integralmente riportate:

UNI EN 1401-1: Tubi e raccordi in PVC rigido per condotte di scarico interrate (tipi, dimensioni e requisiti SN4 o superiore NON STRUTTURATO).

UNI ISO/TR 7473: Tubi e raccordi in PVC rigido - Resistenza chimica nei confronti dei fluidi. ISO TC 138/SC1 N 584: Raccomandazioni per la posa di condotte interrate in PVC (1983).

I tubi ed i raccordi in PVC devono essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP, che ne assicura la rispondenza alle norme UNI.

### **3.22.2 TRASPORTO ED ACCATASTAMENTO DEI TUBI E DEI RACCORDI**

Nel trasporto occorre supportare i tubi per tutta la loro lunghezza, onde evitare di danneggiarne le estremità a causa di vibrazioni.

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

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

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

### **3.22.3 CARICO E SCARICO**

I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde caricandoli sull'automezzo o scaricandoli dallo stesso, ma devono essere accuratamente sollevati ed appoggiati.

### **3.22.4 ACCATASTAMENTO**

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati con i bicchieri alternativamente sistemati (sia nelle file orizzontali, sia in quelle verticali) da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

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

Qualora, per cause indipendenti dall'Impresa, l'accatastamento dovesse protrarsi in modo giudicato pericoloso dalla Direzione Lavori per la buona conservazione dei tubi, le cataste dovranno essere coperte con teli impermeabili ed isolanti dalle radiazioni solari.

### **3.22.5 RACCORDI ED ACCESSORI**

Questi pezzi possono essere forniti in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che essi possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di loro o con altri materiali pesanti.

### **3.22.6 GIUNZIONI E PEZZI SPECIALI**

del tipo scorrevole:

giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;

giunto a manicotto del tipo scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica;

del tipo non scorrevole:

giunto a bicchiere del tipo non scorrevole ottenuto mediante incollaggio;

giunto a manicotto del tipo non scorrevole costituito da un manicotto di PVC con tenuta mediante incollaggio; giunto a flange:

il giunto a flange e del tipo con collare di appoggio di PVC incollato e/o saldato, flangia libera forata, guarnizione elastica di tenuta forata, rondelle, dadi, bulloni.

I giunti saranno impiegati solo per giustificato motivo. In tal caso si avrà cura di valutare le eventuali dilatazioni termiche lineari i cui effetti possono essere assorbiti interponendo, a intervalli da calcolare in relazione alle effettive condizioni di esercizio, appositi giunti di dilatazione (ad es.: manicotti di PVC con guarnizioni elastomeriche).

Nel caso in esame è previsto l'uso di tubi con guarnizione pre-inserita a caldo inamovibile.

### **3.22.7 PEZZI SPECIALI**



I pezzi speciali devono rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabiliti dalla norma UNI vigente.

### **3.22.8 COLLEGAMENTI SPECIALI**

Il collegamento ad opere d'arte (quali pozzetti, impianti di trattamento, ecc.) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica. Questa è ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale di PVC o di altro materiale giudicato idoneo dalla Direzione Lavori.

### **3.22.9 PROFONDITÀ DELLA TRINCEA**

La profondità della trincea è determinata dalla pendenza da imporre alla tubazione e/o alla protezione che si intende fornire alla medesima. Detta profondità, in generale, deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

per tubi sotto traffico stradale o sotto terrapieno  $H > 1,00 \text{ m}$  e  $H > 1,5 * D$ ,

Negli altri casi sarà:

$H > 0,50 \text{ m}$  e  $H > 1,5 * D$ .

Non possono essere comunque utilizzati tubi del tipo UNI 302/2.

Nel caso i condotti non possano essere interrati ad una profondità tale da garantire un ricoprimento minimo di 0,80 m (dall'estradosso superiore del condotto) si provvederà alla posa in opera di una soletta ripartitrice dei carichi avente spessore minimo 0,10 m in cls dosato a 200 kg per metro cubo sopra il rinfranco in sabbia. Larghezza della trincea

La larghezza minima del fondo è definita dagli appositi schemi tipo.

In ogni caso è necessario predisporre, alle prevedibili distanze, opportune nicchie per l'alloggiamento dei giunti, in modo che anche questi siano opportunamente supportati.

Nel corso di questa operazione deve essere controllata la pendenza della tubazione.

### **3.22.10 LETTO DI POSA**

È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in modo da costituire un supporto continuo alla tubazione.

Sono da evitare, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di calcestruzzo o simili, che potranno essere realizzati solo su esplicita autorizzazione della Direzione Lavori.

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea.

Il materiale da impiegare per la costituzione del letto di posa e, successivamente, del rinfranco, è sabbia.

Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto. L'altezza minima del letto di posa è pari a 10 cm.

### **3.22.11 RIEMPIMENTO**

Si sottolinea che il riempimento delle trincee, ed in generale degli scavi, è l'operazione fondamentale della posa in opera delle fognature in PVC.

Infatti, trattandosi di tubazioni in PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a supportare il carico imposto.

Il materiale, che deve essere dello stesso tipo di quello usato per la costituzione del letto di posa, verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano o con mezzo meccanico per formare strati successivi di 20÷30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfranco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.

Durante tale operazione dovranno essere recuperate le eventuali impalcature poste in opera per il contenimento delle pareti dello scavo.

Il secondo strato di rinfranco giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione.

Il terzo strato giungerà ad una quota superiore per 15 cm a quella della generatrice più alta del tubo.

La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale.

Nel caso di posa di tubazioni in PVC in terreno naturale, dovranno essere seguite le ulteriori norme riportate nel seguito del presente articolo.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

Gli elementi con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite.

Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate, ecc.) sono da scartare.

Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo).

L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno naturale.

Al termine di tutte le suddette operazioni la tubazione posata dovrà risultare esente da deformazioni trasversali superiori al 5% del diametro nominale.

Tale condizione sarà verificata in corso d'opera ovvero in sede di collaudo finale.

Si evidenzia che, nel caso di tubazioni con ricoprimenti esigui, risulta preferibile, in alternativa al bauletto in cls, soletta di protezione in calcestruzzo di adeguato spessore ed armatura, posta 0.20 m al di sopra della tubazione rinfiata in sabbia o ghiaietto e prolungata di almeno 0.20 m oltre il bordo dello scavo o l'adozione di tubazione non deformabile, avente le necessarie caratteristiche di resistenza. La posa di condotte in calcestruzzo deve prevedere sempre la realizzazione di adeguata soletta in cls dotata di opportuna rete elettrosaldata al fine di garantire uniformità di posa e la corretta realizzazione delle livellette previste da progetto.

### **3.23 TUBAZIONI IN POLIETILENE PER RETI IN PRESSIONE**

I tubi in polietilene da impiegare saranno del tipo PE 100 - SIGMA 80, ad alta densità per fluidi in pressione PN 10 o superiori, realizzati mediante estrusione, secondo progetto di norma EN 12201, inoltre conforme alle norme UNI 10910 e UNI 10953, contrassegnati con il marchio di conformità P.I.I.P.; ottenuto dalla trasformazione di granulo vergine precolorato di alta qualità.

In deroga al progetto di norma sopraccitato, si richiede che il tubo in oggetto sia prodotto in colorazione verde con generatrici di riconoscimento e con coperchi di protezione alle due estremità.

I tubi saranno forniti esclusivamente in verghe di lunghezza minima di 5 m e massima di 12 m per tutti i diametri.

Sono tollerati tubi in rotoli di lunghezza massima di 100 m e fino a un diametro esterno De 50.

Dovranno essere usati tubi che presentino il marchio dell'I.I.P. nonché tutte le marcature previste dalle norme citate.

Sono inclusi nel prezzo della fornitura del tubo sia l'onere dell'analisi del materiale, da eseguirsi presso il Laboratorio Multizonale di Igiene e Profilassi, in base all'allegato B del D.M. 15.04.1966 modificato con D.M. del 21.03.1973, sia l'onere per le prove di conformità alle norme UNI 7611 da eseguirsi secondo quanto previsto dalla norma UNI 7615. La posa deve avvenire nel rispetto della norma UNI 11149:2005 "Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione".

### **3.24 TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO AUTOPORTANTE**

#### **3.24.1 DEFINIZIONE**

Si considerano tubi in conglomerato cementizio autoportanti quei tubi in calcestruzzo semplice o armato per i quali è richiesta la resistenza ai carichi di progetto prevedendone il rinfiamento ed il ricoprimento in materiale inerte friabile. A tal fine l'appaltatore è tenuto, se richiesto, a produrre documentazione di calcolo ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/2008 e successive modificazioni e integrazioni.

#### **3.24.2 FORME**

Sono soggetti alle presenti norme i tubi circolari, con piede o senza piede e con giunto a bicchiere, nonché i tubi ovoidali con basamento e giunti a bicchiere.

I giunti dovranno essere adatti a ricevere anelli di tenuta in neoprene o gomma butilica. Dimensioni e tolleranze

Fatte salve le prescrizioni di cui al D.M. 12/12/1985, che qui si intendono integralmente riportate, i tubi a sezione circolare saranno richiesti con diametri interni compresi tra 25 e 200 cm, mentre per i tubi ovoidali saranno richieste sezioni comprese tra 30 x 45 cm e fino a 120 x 180 cm.

La lunghezza sarà almeno pari a 1500 mm; per lunghezze maggiori dovrà essere multipla di 500 mm.

La tolleranza sulla lunghezza sarà pari a  $\pm 0,5\%$ .

Le generatrici del tubo possono allontanarsi dalla linea retta non più di 3 mm per ogni metro di lunghezza per tubi con diametro fino a 600 mm, mentre per i tubi di diametro maggiore verrà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm per ogni metro di lunghezza.

### **3.24.3 ARMATURE METALLICHE**

L'armatura metallica trasversale sarà costituita da tondi avvolti in semplice o doppia spirale e collegati longitudinalmente da tondi in numero e diametro sufficienti per costituire una robusta gabbia, non soggetta a deformarsi durante la fabbricazione ed atta a conferire al tubo la necessaria resistenza.

Il numero, i diametri e le posizioni delle spire sarà definito dai calcoli statici in funzione dei carichi e delle sollecitazioni che le tubazioni dovranno subire.

L'elica continua dovrà avere un passo regolare, e non superiore a 15 cm, e alle due estremità, occorrerà avere un giro a passo nullo.

I ferri di armatura dovranno avere un ricoprimento minimo di 3 cm, collocando i ferri longitudinali, all'interno delle armature trasversali.

Sulla posizione delle armature è ammessa una tolleranza di circa 0,5 cm., purché 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.

Indicazioni di riconoscimento

i tubi dovranno essere contrassegnati sulle pareti esterne con la indicazione di: nome del costruttore; anno e mese di fabbricazione;

dimensioni del tubo, espresse come prodotto del diametro interno e della lunghezza nominale; sigla di identificazione del tipo di armatura nel caso di tubazioni armate, per i tubi senza piede di appoggio e con armatura non simmetrica, dovranno essere apposte sulla parete esterna le indicazioni dei vertici.

### **3.24.4 PROVENIENZA DEI TUBI**

I tubi dovranno essere fabbricati da ditte specializzate in appositi stabilimenti adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dare inizio ai lavori l'appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori le fabbriche presso le quali intende approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Fermo restando le responsabilità che competono, ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086 e del D.M. 14/2/1992 al progettista, al direttore dei lavori ed al costruttore dei prefabbricati, nonché, ai sensi della stessa normativa e del presente Capitolato, al progettista, al direttore dei lavori e al costruttore delle strutture in cemento armato, il Committente si riserva di effettuare una ricognizione presso gli stabilimenti di produzione, onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del fornitore.

E' altresì facoltà della Direzione Lavori richiedere documentazione di calcolo da depositarsi presso i preposti uffici ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/08 e successive modificazioni.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare le analisi chimiche del conglomerato cementizio e del tipo di cemento impiegato per la costruzione delle tubazioni, certificate da un istituto di ricerca autorizzato a tale scopo, nonché i calcoli statici relativi alle tubazioni, tenuto conto delle reali sollecitazioni cui verranno sottoposte durante le fasi di movimentazioni ed in esercizio.

### **3.24.5 PROVA A SCHIACCIAMENTO E COMPRESSIONE**

Detta prova sarà eseguita nel cantiere di fabbricazione sotto il controllo della Direzione Lavori. La ditta costruttrice dovrà disporre dell'attrezzatura regolamentare per effettuare le prove stesse, secondo quanto previsto dalle norme DIN 4032 e DIN 4035.

In casi eccezionali o di contestazione si potrà ricorrere a laboratorio legalmente riconosciuto.

I campioni dovranno essere forniti gratuitamente tra quelli oggetto di fornitura fino a tre campioni per lotto di diverso diametro. Se durante il controllo un tubo non rispondesse alle prescrizioni contrattuali la prova dovrà essere ripetuta su un numero doppio di tubi.

La prova dovrà essere eseguita con il metodo delle tre generatrici. La resistenza allo schiacciamento è definita da due carichi: carico di fessurazione; carico di rottura.

Il carico di fessurazione e quello che provoca l'apparizione di fessure lungo le generatrici aventi un'apertura di almeno 0,25 mm su di una lunghezza di almeno 30 cm.

Il carico di rottura e quello sopportato prima dello schiacciamento, cioè prima che il provino non sia più in grado di sopportare un ulteriore carico.

Detti carichi non dovranno risultare inferiori ai seguenti limiti minimi, espressi in kg per metro lineare di tubo, ove DN (espresso in cm) e il diametro nominale del tubo stesso:

per tubi non armati:

carico di rottura:  $> 80 \times \text{DN}$  (tubi circolare);

$> 70 \times \text{DN}$  (tubi ovoidali) per tubi armati:

carico di fessurazione:  $> 60 \times \text{DN}$ ;

carico di rottura:  $> 90 \times \text{DN}$ .

Prove di resistenza all'abrasione e all'aggressività chimica

Le prove verranno effettuate in conformità alle norme DIN 1045 e DIN 4030.

I tubi non dovranno comunque essere soggetti all'aggressività di acque aventi le seguenti caratteristiche chimiche:

solfati: 2.000 mg/l;

cloruri: 3.500 mg/l;

COD: 300 mg/l;

NT: 200 mg/l. Posa in opera

Posa su fondo sagomato

Di norma i tubi potranno essere posati direttamente sul fondo della trincea solo quando il livello stabile delle eventuali acque di falda si mantenga depresso rispetto allo stesso ed il terreno abbia consistenza granulosa fine.

In tal caso il fondo sarà sagomato in modo da assicurare una regolare ripartizione del carico gravante sui tubi, che dovranno perfettamente aderirvi per tutta la loro lunghezza e per la necessaria larghezza, evitando appoggi su punti o linee.

Quando i tubi hanno i giunti a bicchiere, per l'alloggiamento di questo, sarà scavato un apposito incavo nel fondo della fossa.

Posa su fondo non sagomato

La Direzione Lavori, valutate tutte le circostanze particolari e sempreché ai tubi sia assicurato un ricoprimento adeguato sopra la generatrice, potrà autorizzare la posa del condotto su fondo non sagomato. In tal caso i tubi dovranno essere rinfiancati molto accuratamente con sabbia, ghiaietto o calcestruzzo, a seconda delle prescrizioni, eseguendo l'operazione esclusivamente a mano.

Posa su massetto di cls

Laddove la natura dei terreni lo rendesse necessario, ed in ogni caso su disposizione della Direzione Lavori, le tubazioni saranno poste in opera su massetto in conglomerato cementizio magro, con misure (in sezione) che saranno indicate dalla D.L. e spessore di 10 cm.

Tagli di tubazioni per innesti, ecc.

Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte o, meglio, su quello più a valle della tratta, e ciò prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando la ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. Di norma le estremità tagliate verranno convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette.

Giunzioni elastiche

Sono costituite da speciali gomme o resine sintetiche formate in anelli di opportuno diametro o colate a caldo sugli elementi da giuntare.

Giunzioni con anelli in gomma sintetica.

Gli anelli elastici vengono utilizzati per la giunzione di tubi con estremità forgiate a bicchiere oppure anche ad incastro, purché le pareti del tubo siano molto grosse e l'incastro sia orizzontale.

Le speciali gomme con cui vengono formati gli anelli di tenuta devono possedere particolari caratteristiche di elasticità, per attestare le quali l'appaltatore dovrà presentare i certificati delle prove di laboratorio eseguite dal fornitore.

La Direzione Lavori potrà anche richiedere idonea documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di:

invecchiamento, esaminato con un trattamento a caldo;

resistenza alla corrosione chimica, esaminata con introduzione in soluzioni acide e alcaline;  
resistenza all'attacco microbico;  
resistenza alla penetrazione delle radici; impermeabilità.

In mancanza di tale documentazione o nel caso di inidoneità, dovranno eseguirsi le relative determinazioni secondo le modalità che all'occorrenza saranno indicate.

Rivestimenti interni

Su insindacabile richiesta della Stazione Appaltante le tubazioni dovranno essere rivestite internamente con resine epossidiche o epossicatramose come espressamente previsto nell'apposita voce di E.P.U. .

### **3.25 INTERFERENZE TRA LE CONDOTTE**

L'Appaltatore si impegna a propria cura e spese di verificare le eventuali interferenze delle opere da realizzare con i sottoservizi e le reti esistenti sul sito.

Restano a totale carico dell'Appaltatore gli oneri per risolvere le interferenze che eventualmente si possano verificare tra ogni tipo di condotta prevista (condotte fognarie, del gas, dell'acqua, condotte per linee elettriche, per linee di illuminazione pubblica, condotte per linee telefoniche) o rispetto qualsiasi opera prevista o esistente nel sottosuolo dell'area di intervento.

L'Appaltatore concorderà con il Direttore dei Lavori e con i tecnici gestori dei sottoservizi, l'eventuale deviazione di condotte, i sovrappassi, i sottopassi, qualsiasi variazione di tracciato in orizzontale o verticale che si dovesse rendere necessaria per una accurata, organica, funzionale realizzazione di ogni opera prevista.

### **3.26 POSA IN OPERA E COLLAUDO DI TUBAZIONI ACQUA IN POLIETILENE - MODALITÀ ESECUTIVE**

Tutti i tubi saranno collegati fra loro mediante giunzione con manicotti elettrosaldabili o saldati di testa. Prima della saldatura la superficie interna del raccordo e quella esterna del tubo dovranno essere scrupolosamente pulite; in particolare quella del tubo deve essere rettificata con attrezzi idonei senza asportare troppo materiale, ma avendo cura di eliminare gli strati ossidati e le parti sporche. Successivamente le parti così pulite non devono essere più toccate e tanto meno sporcate.

Ad avvenuto inserimento del manicotto si dovrà controllare l'esatta posizione del tubo dentro al manicotto, indi si procederà alla saldatura.

E' fatto obbligo di assicurare i tubi, prima, durante e dopo la saldatura, fino al raffreddamento totale del materiale, mediante appositi collari posizionatori.

A saldatura effettuata, bisognerà evitare qualsiasi suo raffreddamento troppo brusco e si dovrà attendere che la temperatura scenda spontaneamente prima di movimentare i pezzi saldati.

Per quanto riguarda il trasporto, l'accatastamento, la posa in opera delle tubazioni si dovrà fare riferimento al D.M. 12.12.1985 e alle raccomandazioni dell'Istituto Italiano dei Plastici n. 10 del giugno 1981 riguardanti l'installazione delle tubazioni in polietilene ad alta densità nella costruzione di acquedotti.

La giunzione dei tubi mediante saldatura di testa dovrà essere eseguita seguendo la raccomandazioni dell'I.I.P. di cui al comma precedente.

Il collaudo in opera delle condotte dovrà essere eseguito a tubazioni già posate nello scavo, secondo quanto previsto dal D.M. 12.12.1985 tenendo come valore della pressione di esercizio  $p_E = 6,5$  bar (pressione di funzionamento più sovrappressione  $p = 2,5$  bar) e come pressione di collaudo  $p_C = 10$  bar.

L'appaltatore è tenuto a fornire, con ogni onere a suo carico, la manodopera, i materiali e tutti i mezzi necessari alla effettuazione delle prove, quali: acqua, pompe, piatti ciechi, fondelli, saracinesche, manografi registratori preventivamente tarati e controllati, nonché provvedere alla formazione dei necessari ancoraggi. La tubazione in prova dovrà essere riempita d'acqua, vuotata dell'aria e stabilizzata, quindi con la pompa collocata di regola nel punto più basso del tratto da provare, si porterà la pressione in condotta a 10 (dieci) bar, e si osserverà che non avvengano perdite o anomalie e che la pressione segnata dal manografo rimanga costante per almeno 24 ore.

Non verificandosi tali condizioni l'appaltatore, a sua cura e spese anche nell'ipotesi di necessità di sostituzione di materiali od attrezzature, dovrà eseguire i lavori del caso in modo che ogni prova dia esito favorevole.

Per eseguire le prove di nuovi tronchi, potranno mettersi nuovamente sotto pressione tratti di condotte già provate, anche se interrate.

A completamento di tutte le opere di posa delle condotte si procederà al collaudo idraulico finale, secondo le indicazioni della D.L., fermi restando tutti gli oneri dell'appaltatore sopra esposti.

Le prove di tenuta delle tubazioni dovranno essere eseguite al più presto possibile.

Tutti i danni, per quanto gravi e onerosi, che possano derivare alle condotte, alle apparecchiature, allo scavo, al materiale del letto di posa e di apporto, agli operai, nonché alla proprietà dei terreni, a causa di ritardate prove o di imperizia, saranno a totale carico dell'appaltatore.

Nel caso gli allacciamenti idrici vengano innestati sulla condotta acqua mediante l'utilizzo di collari di presa in polietilene a saldare, il collaudo definitivo dovrà essere complessivo, cioè dovrà essere effettuato dopo l'esecuzione sia della rete, sia dei relativi allacciamenti.

Si precisa che l'ente appaltante non garantisce che la valvola a sfera o rubinetto idrometrico di misura posti prima del contatore sopportino le pressioni di collaudo; pertanto sarà onere dell'impresaappare provvisoriamente la parte terminale dell'allacciamento in modo adeguato (ad esempio mediante l'utilizzo di tappo in polietilene a saldare); tale lavorazione si intende compensata negli articoli di E.P.U. relativi all'esecuzione degli allacciamenti.

Norma di riferimento: UNI 11149-2010: posa in opera di tubazioni in PE per il trasporto dei fluidi in pressione.

### **3.27 PULIZIA DI FOGNATURE - MISURAZIONE DELLE PRESTAZIONI - MODALITA' DI ESECUZIONE**

Le prestazioni saranno eseguite secondo le modalità di volta in volta indicate dalla Direzione Lavori e le specifiche di seguito riportate.

#### **3.27.1 PULIZIA DELLA RETE FOGNARIA**

La pulizia della rete fognaria dovrà essere eseguita con idoneo mezzo (CANALJET) avente le caratteristiche seguenti:

cisterna acque nere capacita minima di 8 m<sup>3</sup>; cisterna acque bianche con capacita minima 3 m<sup>3</sup>;

impianto idrico con pompa avente portata minima di 200 l/min e pressione minima di 250 bar proboscide di aspirazione dotata di flussaggio umidificatore adatta per la pulizia di caditoie e pozzetti stradali.

L'espurgo dovrà essere eseguito isolando il tratto di condotta da pulire e introducendo all'interno della stessa un naspo, alla cui estremità verrà applicato un utensile adatto al tipo di materiale da asportare come sotto definito:

Limo fanghiglia: ugello

Fango e/o sabbia: ugello a bilanciere o dissabbiatore Sedimento solidificato: iniettore automatico a pressione Incrostazioni: ugello rotante (a catena o a denti) Radici:

fresa taglia radici

Gli utensili occorrenti hanno le seguenti specifiche:

ugello a bilanciere di grande massa (32 kg) dotato di fori orientati verso il basso per la rimozione di sedimenti fanghiglia;

ugello a bomba studiato appositamente per l'estrazione di limo dalle tubazioni;

iniettore automatico a pressione (fresa) dotato di movimento simultaneo con gobbe intercambiabili per raggiungere i diametri desiderati (da un diametro minimo di 100 mm ad un massimo di 700 mm);

testata munita di utensili in materiale Vidia disposti a spirale per la pulizia delle condotte in presenza di materiali solidificati;

possibilità di interscambiare la testata montando lame per tagliaradici, eliminando la pressione, non necessaria per le radici;

utensili a catena in movimento con sfruttamento dell'energia cinetica; detta energia viene fornita da una testata rotante funzionante con l'energia dell'acqua e dotata di gabbie e testate intercambiabili per raggiungere i diametri desiderati (fino a 1000 mm).

I passaggi da effettuarsi all'interno della fognatura saranno in funzione della riuscita della pulizia a regola d'arte, il materiale raccolto nel pozzetto verrà aspirato o caricato (manualmente o con mezzo meccanico) e trasportato al depuratore indicato dal Committente.

Pulizia caditoie

Le attività di pulizia caditoie comprendono:

apertura della caditoia a mano o con apposito attrezzo o con mezzo meccanico anche in presenza di eventuali impedimenti dovuti a materiali costipati, asfalti o cementi;

pulizia della vaschetta della caditoia mediante aspirazione dei materiali sedimentati con apposita proboscide; verifica dei condotti di scarico alla rete fognaria;

ripristino delle caditoie una volta eseguita l'operazione di pulizia e trasporto dei materiali di risulta al depuratore indicato dal Committente.

**Pulizia di pozzetti**

La prestazione è da eseguire con idoneo mezzo meccanico come specificato. Le attività lavorative comprendono:

l'apertura del pozzetto in qualsiasi situazione esso si trovi anche sotto al manto bituminoso; la pulizia con acqua del pozzetto;

la pulizia del fondo e l'aspirazione dei materiali di risulta della pulizia; la verifica delle testate delle tubazioni in entrata ed uscita dal pozzetto; il trasporto dei materiali al depuratore indicato dal Committente.

### **3.28 CHIUSINI PER POZZETTI D'ISPEZIONE E CADITOIE**

Saranno del tipo in uso presso l'ente committente, completi di telaio, con dimensioni che verranno prescritte all'atto costruttivo, comunque conformi alla norma UNI EN 124.

I telai e i chiusini di accesso ai pozzetti e ai manufatti dovranno essere in ghisa sferoidale, circolari DN 600 classe D400 secondo UNI EN 124 in accordo anche a D.Lgs. 626/1994 e successive modifiche e integrazioni. La luce di accesso sarà preferibilmente circolare e di diametro netto almeno pari a DN 600 mm. Telai e chiusini saranno dotati di guarnizione in elastomero con coperchio articolato e bloccaggio automatico. Risulta consigliabile per questi dispositivi l'adozione di gruppo 4 e classe di resistenza indicata, salvo adeguamento a gruppo e classe inferiore a seconda del posizionamento e delle caratteristiche del servizio espletato.

Si rimanda anche ai dettagli tipologici riportati negli elaborati grafici di progetto. I chiusini e le caditoie saranno realizzati e testati secondo la norma UNI EN 124.

Di seguito sono elencate le principali caratteristiche che gli elementi devono possedere. Materiali e forme

Per la copertura delle botole di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa grigia o in ghisa grigia unita a calcestruzzo oppure in ghisa sferoidale, a seconda di quanto verrà disposto di volta in volta dalla Direzione Lavori.

La ghisa dovrà essere di seconda fusione a grana fine, compatta, omogenea, esente da bolle, gocce fredde ed altri difetti di fusione.

Dovrà essere facile a lavorarsi con la lima e con lo scalpello e ricalcabile in modo che sotto il peso del martello si ammacchi senza scheggiarsi.

I telai dei chiusini saranno di forma rotonda, con diametro di 600 mm e del tutto rispondenti agli elaborati grafici consegnati.

**Caratteristiche costruttive**

Le superfici di appoggio fra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ad evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori potrà tuttavia 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.

**Carico di prova**

Normalmente, salvo casi particolari individuati e indicati dalla Direzione Lavori, i chiusini dovranno corrispondere, in relazione alle condizioni di impiego, al tipo indicato nello schema sotto riportato ed essere garantiti al carico di prova ivi previsto:

| LUOGO DI UTILIZZO                                                                                | CLASSE | CARICO DI PROVA [t] |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Per strade sottoposte a carichi particolarmente intensi (strade statali, provinciali e comunali) | D 400  | 40                  |
| Per banchine, cunete e parcheggi                                                                 | C 250  | 25                  |
| Per marciapiedi e zone pedonali (soggette eccezionalmente a carichi veicolari)                   | B 125  | 12,5                |
| Per zone ad esclusivo uso pedonale                                                               | A 15   | 1,5                 |

Le modalità di esecuzione delle prove dovranno essere quelle previste dalla norma UNI EN ISO 2901:1978.

I chiusini, e le botole, saranno posati sia su pozzetti o camerette di nuova costruzione sia su manufatti esistenti.

Sia durante il ripristino, che nelle riprese e nella formazione del manto di usura, i chiusini stradali e le botole dovranno essere livellati con il piano della viabilità.

La posa in opera di chiusini in ghisa dovrà essere eseguita a regola d'arte; la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita ed inumidita con acqua, ed il telaio dovrà posare su un letto di malta di cemento adeguatamente ricalzato su tutto il perimetro. Il definitivo bloccaggio dovrà essere eseguito con il ripristino della pavimentazione esistente ed, a lavoro finito, la parte superiore del chiusino dovrà trovarsi a perfetto piano con la pavimentazione stradale. I chiusini non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla posa.

La posa in opera verrà contabilizzata in base al numero degli elementi effettivamente posati. Il prezzo in elenco comprende tutte le lavorazioni e forniture prescritte, con la sola esclusione della fornitura del chiusino.

L'intervento di riassetto per la messa in quota di chiusino comprende: la demolizione della pavimentazione lungo i bordi;

la realizzazione degli scavi per il posizionamento in quota; il bloccaggio con malta di cemento;

il trasporto del materiale di risulta alle discariche autorizzate; le difese dell'area di lavoro e la segnaletica stradale;

il ripristino della pavimentazione; i materiali occorrenti.

### 3.29 MANUFATTI PER CANALIZZAZIONI E RETI

Pozzetti in cemento armato vibrato (c.a.v.).

I pozzetti prefabbricati in c.a.v., siano essi di tipo semplice oppure sifonato, dovranno avere la forma e le dimensioni in funzione del loro specifico impiego, così come indicato nei documenti contrattuali.

Gli opportuni diaframmi predisposti sulle pareti dei pozzetti per gli innesti dei tubi non potranno alterare la resistenza delle pareti stesse.

Gli elementi aggiuntivi da impiegare per raggiungere il piano di calpestio o di transito veicolare, dovranno avere le stesse caratteristiche dei pozzetti. I pozzetti dovranno essere posti in opera su apposito massetto di calcestruzzo magro dello spessore non inferiore a cm 10 mentre i vari elementi aggiuntivi dovranno essere sigillati con malta di cemento ed i giunti dovranno essere stuccati con malta dello stesso tipo. I vuoti restanti tra le pareti di scavo ed i pozzetti saranno riempiti con materiale arido o calcestruzzo secondo le istruzioni della D.L.

Chiusini, caditoie e griglie.

Si premette che si intendono per chiusini e caditoie quei manufatti in c.a.v. od in ghisa costituiti da un telaio e relativo coperchio o griglia, atti ad essere posati su camerette e pozzetti.

I chiusini e le caditoie dovranno essere tali da sopportare un carico concentrato senza subire alterazioni di sorta pari a kgf 7000 per i tipi di carreggiata e di kgf 200 per i tipi pedonabili.

Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio e tra telaio e griglia, dovranno essere lisce e sagomate (battentate), in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare così possibili movimenti.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio o della griglia dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno; tutti i coperchi dovranno, inoltre, essere provvisti di idonee asole per il loro sollevamento.



Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del telaio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; sulla stessa dovrà essere steso un letto di malta dosata a 500 kg di cemento tipo R 32,5 per metro cubo di impasto, per l'appoggio del telaio.

La superficie superiore del chiusino o della caditoia dovrà trovarsi, a posa avvenuta, a perfetto piano con la pavimentazione finita e dovrà consentire il libero deflusso delle acque nel caso di caditoie.

Secondo le indicazioni della D.L. potrà venire impiegata ghisa comune o ghisa sferoidale conforme alle norme UNI EN 124.

#### Canali

I canali sui quali verranno installate le caditoie a fessura saranno realizzati in calcestruzzo Rck 52,5 vibrato, delle dimensioni di 1000x160x155 mm (interno 100x120 mm), con giunzione "maschio e femmina". Classe di portata D400 (EN 1433/2008) - - Portata idraulica minima 6,10 lt/sec e saranno dotati di - Griglia per canale in acciaio zincato a caldo, a fessura da 18 mm, misure 1000x159x122 mm, con area di raccolta pari minimo a 180 cmq/ml, in appoggio sul canale, da finire in opera nel rispetto delle indicazioni di montaggio e installazione fornite dal costruttore.

### **3.30 CALCESTRUZZO PER COPERTINE, PARAPETTI E FINITURE**

Il calcestruzzo utilizzato per la costruzione di opere di completamento e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, cordonate, soglie ecc., verrà confezionato e posto in opera opportunamente costipato con vibrator e dovrà garantire un R ck 300 Kg/cm<sup>2</sup> (30 N/mm<sup>2</sup>), salvo diverso ordine della Direzione lavori.

Le prescrizioni inerenti i conglomerati cementizi rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento lisciato.

L'Impresa dovrà porre tutte le cure e attenzioni nell'esecuzione delle casseforme per ottenere una perfetta esecuzione del getto o raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti di dilatazione o contrazione e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

### **3.31 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

Per le opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la loro progettazione ed esecuzione e rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza.

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 venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

2 per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

2 per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc. per le interferenze con servizi di soprasuolo 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 viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibro-compresi 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 superfici a vista, secondo le prescrizioni del progetto e quanto formalmente ordinato dalla Direzione Lavori, dovranno essere impiegate casseformi 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 casseformi in legno.

Esse dovranno 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 a vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseformi, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere si intende compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme.

### **3.32 FONDAZIONI IN CA**

#### **ACCIAIO PER ARMATURA LENTA PER CALCESTRUZZO**

1) Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 14 gennaio 2008) e relativa Circolare del 02.02.2009, n. 617.

2) E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

In particolare per le resistenze a trazione, a snervamento, allungamento caratteristico e per la Classe di duttilità (secondo Eurocodice 2) valgono le prescrizioni riportate nelle specifiche tavole esecutive.

#### **FONDAZIONI**

Tutte le opere di fondazione dovranno essere realizzate conformemente ai disegni di progetto e la preparazione, la posa in opera, i getti di conglomerato, le armature, etc. saranno eseguiti nella completa osservanza della normativa vigente e delle eventuali prescrizioni integrative del Direttore dei lavori. Il piano di posa delle fondazioni dovrà essere eseguito con idonee opere di drenaggio e impermeabilizzazione dalle acque di falda al fine di evitare fenomeni di umidità per risalita capillare.

I conglomerati cementizi e gli acciai dovranno essere conformi alla normativa vigente in materia (DM 14 gennaio 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni) alle prescrizioni riportate nel presente Capitolato e al progetto esecutivo delle strutture.

#### *Calcestruzzo*

In particolare il calcestruzzo armato dovrà rispondere a quanto riportato nelle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive." Redatte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale nel Febbraio 2008. Le prescrizioni di cui sopra verranno quindi applicate a opera di fondazione, solai, coperture, strutture verticali e orizzontali e a complessi di opere, omogenee o miste, che assolvono una funzione statica con l'impiego di qualunque tipo di materiale.

Tutte le fasi di lavoro sui conglomerati e strutture in genere saranno oggetto di particolare cura da parte dell'Impresa nell'assoluto rispetto delle qualità e quantità previste. La classe di resistenza per i calcestruzzi gettati in opera dovrà avere caratteristica di resistenza tale da garantire con eventuale additivo, almeno la classe C25/30 entro 21 giorni dal getto. Si dovrà prevedere, pertanto, la preparazione di un numero adeguato di provini, per permettere prove a compressione a 21 giorni dal getto, nonché a maturazione avvenuta, come previsto dalla normativa.

Le ulteriori specifiche saranno maggiormente dettagliate con la redazione del progetto esecutivo ed in particolare con la relazione redatta dal progettista delle opere strutturali. Tutti gli additivi da usare per calcestruzzi e malte (aeranti, acceleranti, fluidificanti, etc.) dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate. Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici;

potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche. Il quantitativo dovrà essere il minimo necessario, in relazione al corretto rapporto acqua-cemento e considerando anche le quantità d'acqua presente negli inerti; la miscela ottenuta dovrà quindi rispondere alla necessaria lavorabilità ed alle caratteristiche di resistenza finale prevista dalle prescrizioni. La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto dovranno essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

L'impasto verrà effettuato con impianti di betonaggio idonei e tali da garantire l'effettivo controllo sul dosaggio dei vari materiali; l'impianto dovrà, inoltre, essere sottoposto a periodici controlli degli strumenti di misura che potranno anche essere verificati, su richiesta del direttore dei lavori, dai relativi uffici abilitati.

Il trasporto degli impasti dal luogo di preparazione a quello d'uso dovrà essere effettuato con contenitori idonei sollevati meccanicamente (per limitatissime distanze) o su betoniere dotate di contenitori rotanti.

Il tempo necessario per il trasporto e l'eventuale sosta prima del getto non deve superare il tempo massimo consentito per garantire un getto omogeneo e di qualità; nel calcestruzzo ordinario questo tempo massimo sarà di 45/60 minuti e, nel caso di calcestruzzo preriscaldato, di 15/30 minuti. Il tempo minimo di mescolamento dovrà essere di 5 minuti ca. oppure 30 giri del contenitore rotante.

Al ricevimento del calcestruzzo a pie d'opera occorre verificare:

- che nel corso del trasporto siano state applicate le precauzioni atte a ridurre la perdita di lavorabilità e ad evitare la segregazione;
- la corrispondenza tra i requisiti ed i dati riportati nei documenti d'accompagnamento;
- l'aspetto del conglomerato fresco.

In conformità alle disposizioni vigenti, i controlli sulle caratteristiche del calcestruzzo fresco devono essere effettuati con prelievi a pie d'opera e, nel caso del calcestruzzo preconfezionato, i controlli devono essere eseguiti al momento dello scarico in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. A tale scopo vengono eseguite, su un unico campione rappresentativo ottenuto secondo le procedure descritte nella UNI EN 12350-1, le seguenti prove: misura della consistenza, confezione dei provini per prove di resistenza, determinazione della massa volumica, verifica del contenuto d'aria, controllo del rapporto acqua/cemento. Il calcestruzzo autocompattante richiede uno specifico controllo delle sue proprietà alla consegna che riguarda la verifica del valore di scorrimento (libero e vincolato) e quella dell'omogeneità dell'impasto secondo le procedure indicate nella UNI 11040 (Calcestruzzo autocompattante: specifiche, caratteristiche e controlli). Si rimanda 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." Redatte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale nel Febbraio 2008 per i controlli da effettuare sul calcestruzzo fresco, alcuni dei quali specificati nella UNI EN 206-1.

Durante tutta la fase dei getti in calcestruzzo secondo quanto previsto dalle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" DM 14 gennaio 2008, il Direttore dei lavori farà prelevare, nel luogo di esecuzione a bocca di betoniera o a pie d'opera, per ogni giorno di getto almeno una doppia coppia di provini per ogni prelievo, considerato quanto espressamente previsto nel 1 del presente articolo. Le prove da effettuare ai fini dell'accettazione devono essere eseguite in conformità alle norme UNI EN di riferimento per quanto attiene al campionamento, ed alle norme UNI EN di riferimento per quanto attiene il confezionamento e la stagionatura dei provini, nonché le relative prove di resistenza a compressione.

Prima delle operazioni di scarico dovranno essere effettuati controlli sulle condizioni effettive di lavorabilità che dovranno essere conformi alle prescrizioni previste per i vari tipi di getto. Durante lo scarico dovranno essere adottati accorgimenti per evitare fenomeni di segregazione negli impasti.

Il getto verrà eseguito riducendo il più possibile l'altezza di caduta del conglomerato ed evitando ogni impatto contro le pareti delle casseforme od altri ostacoli; si dovrà, quindi, procedere gettando in modo uniforme per strati orizzontali non superiori a 40 cm vibrando, contemporaneamente al procedere del getto, le parti già eseguite.

Il getto dovrà essere effettuato con temperature di impasto comprese tra i 5 ed i 30°C e con tutti gli accorgimenti richiesti dal Direttore dei lavori in funzione delle condizioni climatiche. Nel caso in cui le temperature fossero inferiori o superiori alle temperature già indicate, per eseguire comunque il getto, potrà essere prevista l'aggiunta di additivi specifici.

Si rimanda 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." Redatte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Servizio Tecnico Centrale nel Febbraio 2008 per le procedure da verificare a seconda del tipo di movimentazione del calcestruzzo: mediante canaletta, benna, nastri trasportatori, pompa. Per i tempi e le modalità di disarmo delle strutture in elevazione si dovranno osservare tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente e le eventuali specifiche fornite dal Direttore dei lavori; in ogni caso il disarmo dovrà avvenire per gradi evitando di introdurre, nel calcestruzzo, azioni dinamiche.

Acciaio per armatura

Acciaio previsto da progetto deve essere del tipo B450C.

L'acciaio da calcestruzzo armato deve essere qualificato secondo le procedure riportate nelle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

I dispositivi di raccordo e di ancoraggio devono essere conformi alle norme vigenti. La superficie delle armature deve essere esente da ruggine e da sostanze che possono deteriorare le proprietà dell'acciaio o del calcestruzzo o l'aderenza fra loro. Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio adeguato al diametro, i diametri dei mandrini di curvatura devono essere adattati al tipo d'armatura, e non devono essere inferiori ai valori indicati dalla normativa di settore e le armature dovranno essere messe in opera secondo le posizioni, le prescrizioni e le indicazioni dei disegni e dei documenti del progetto esecutivo. Dovranno inoltre essere rispettate:

- le tolleranze di posizionamento definite nella documentazione progettuale;
- lo spessore del copriferro specificato.

Allo scopo, sarà opportuno utilizzare adeguati calibri o spessori.

Le giunzioni, sia nel tipo che nella posizione, dovranno essere indicate con precisione nel progetto e dovranno essere eseguite nel massimo rispetto delle stesse prescrizioni progettuali.

Le giunzioni possono essere effettuate mediante:

- saldature eseguite in conformità alle norme vigenti, previo accertamento della saldabilità dell'acciaio in uso e della sua compatibilità con il metallo d'apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- manicotto filettato;
- sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.

In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 50 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compressa. La distanza mutua (intraferro) nella sovrapposizione non deve superare 2 volte il diametro. Nelle unioni di sovrapposizione, se necessario, si devono valutare gli sforzi trasversali che si generano nel calcestruzzo circostante, che va protetto con specifiche armature addizionali, trasversali o di cerchiatura. Le saldature non devono essere eseguite in una parte curva o in prossimità di una curva dell'armatura. La saldatura per punti è ammessa solo per l'assemblaggio delle armature. Non deve essere permessa la saldatura delle armature di acciaio galvanizzato a meno di diverse specifiche prescrizioni, che indichino il procedimento da seguire per il ripristino della protezione.

Le reti elettrosaldate dovranno essere di acciaio B450C qualificato secondo le procedure riportate nelle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche. Le reti dovranno essere poste in opera a regola d'arte, compreso ogni sfrido, legatura, etc... La lunghezza di sovrapposizione dovrà essere non inferiore a due maglie. Dovranno essere altresì disposti connettori e ferri d'angolo come prescritto dagli elaborati grafici esecutivi e dalla Direzione Lavori.

### **3.33 IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE**

Si intende per impianto di scarico acque meteoriche l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento, eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto. Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce le acque reflue.

Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto attiene la possibilità di inquinamento. Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda;
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.);
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali = collettori);
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.;
- b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda, oltre a quanto detto in a), se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma a); la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI 9031 soddisfa quanto detto sopra;
- c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI 6901 e UNI 8317;
- d) per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali.

La rete di raccolta delle acque meteoriche esterna all'edificio sarà realizzata con tubazioni in PVC di diametro e pendenza indicati negli elaborati progettuali e classe SN4. Dovranno essere previsti opportuni pozzetti di ispezione nell'ordine di uno ogni 25/30 m di condotta con sezione pari ad almeno 60x60 cm.

I pozzetti per la raccolta delle acque potranno essere costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato vibrato ad elevato dosaggio di cemento e pareti di spessore non inferiore a 4 cm, ovvero confezionato in cantiere. I chiusini saranno in ghisa sferoidale, conformi alla norma UNI EN 124 che dispone la suddivisione di tali dispositivi in classi in funzione del luogo di impiego, di forma quadrata e diametro minimo interno di 600 mm.

La posa in opera di tali tubazioni dovrà avvenire nei modi e con i riempimenti indicati negli elaborati progettuali e in ogni caso in accordo con le indicazioni impartite dalla D.L.

### **3.34 COLLOCAMENTO IN OPERA**

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo e deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla direzione lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

### **3.50 LAVORI VARI**

-Lavori eventuali non previsti

Premesso e confermato che tutte le opere, nessuna esclusa, facenti parte del presente Appalto, si intendono comprensive di fornitura e posa in opera dei materiali e dovranno essere complete e perfettamente funzionanti, in ogni loro parte, secondo le specifiche prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto

e di tutte le particolari indicazioni contenute negli elaborati grafici e descrittivi costituenti il progetto esecutivo, qualora si rendesse eccezionalmente necessario – a solo ed esclusivo giudizio della Commitenza – eseguire lavori o categorie di lavori non originariamente previsti, o si procederà al concorda-

mento di nuovi prezzi secondo le modalità previste nel contratto/capitolato speciale parte amministrativa, oppure si provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste fornite dall'Appaltatore o da terzi.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi. Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

Per tutti gli altri lavori non specificati e descritti nei precedenti articoli del presente Capitolato Speciale, che si rendessero necessari, si seguiranno le prescrizioni riportate nel "Capitolato Speciale Tipo per Appalti di Lavori Edili" redatto dal Ministero dei Lavori Pubblici, aggiornato al 2000.

## **4 VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **4.1 OPERE EDILI IN GENERE**

#### **-Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, ecc., saranno pagati a m<sup>3</sup> e misurati in opera, in base alle dimensioni prescritte, esclusa, quindi, ogni eccedenza ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori. Nei prezzi relativi sono comprese le eventuali puntellazioni, impalcature di servizio, innalzamento, uso di pompa, vibratura ed ogni altro onere.

#### **-Conglomerato cementizio armato**

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, oltre al ferro che verrà pagato a parte. Nei prezzi di elenco dei conglomerati armati sono anche compresi e compensati i palchi provvisori di servizio, l'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera in cemento armato dovrà essere costruita, il getto con l'eventuale uso di pompa e la vibratura. Restano escluse le sole casseforme, con le relative armature di sostegno, tutte compensate con la voce apposita.

#### **-Casseforme**

Le casseforme, ove il relativo onere non sia compreso nel prezzo del conglomerato, saranno computate in base allo sviluppo delle facce a contatto del conglomerato (superficie bagnata del getto), escludendo le superfici dei getti con inclinazione sull'orizzontale inferiore al 50%.

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, a qualunque altezza, è compreso nei prezzi di elenco.

#### **-Carpenteria metallica**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale, se non diversamente disposto dal presente elenco prezzi, valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo a lavorazione compiuta, escluse ben inteso dal peso le verniciature e colorature.

Nel prezzo dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture ed accessori, per lavorazioni, montature e posa in opera, la esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da taglio, le sigillature, le malte di cemento, nonché la fornitura del piombo e l'impiombatura. In particolare i prezzi delle travi o pilastri in ferro con qualsiasi profilo, valgono anche in caso di eccezionale lunghezza, grandezza o sezione delle stesse e in caso di tipi per cui occorra una apposita fabbricazione.

Essi compensano, oltre il tiro e trasporto in alto ovvero a discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni ecc. occorrenti per collegare le teste di tutte le travi di solai con tondini, tiranti, avvolgimenti, bulloni, chiodature ecc. e tutte le opere per assicurare le travi al punto di appoggio, ovvero per collegare due o più travi tra loro ecc., qualsiasi altro lavoro prescritto dal committente per la perfetta riuscita del lavoro.

#### **-Murature in genere**

Tutte le murature saranno misurate geometricamente, a volume ed a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce pari o superiore a 4,00 m<sup>2</sup>. Gli architravi, di qualsiasi luce e dimensione, in conglomerato cementi-

zio armato o in laterizio armato, saranno sempre compensati nel prezzo corrispondente al tipo di muratura eseguita. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, spigoli, incassature per imposte di archi e piattabande.

Saranno valutate con i prezzi delle murature rettilinee senza alcun compenso in più, anche quelle eseguite ad andamento planimetrico curvilineo.

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio, si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 4,00 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di spalle, piattabande, nonché il collocamento di eventuali intelaiature di legno (controtelai).

Saranno considerate murature in breccia quelle che abbiano una superficie frontale non superiore a 2,00 m<sup>2</sup> oppure un lato non superiore a 50 cm.

-Paramenti a faccia vista

I prezzi stabiliti in tariffa per la esecuzione di murature a facciavista, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggiore costo del materiale di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna. La misurazione dei parametri a faccia vista verrà effettuata per la loro superficie effettiva.

-Tubazioni per fognatura

La misurazione delle tubazioni per fognature prevede che vengano contabilizzate secondo il loro effettivo sviluppo lineare, escluso i pezzi speciali che sono da computarsi a parte come segue:

curve e gomiti: 1,00 m

giunti semplici a T: 1,25 m

giunti doppi e ispezioni con tappo compreso: 1,75 m

sifoni Firenze: 6 m

sifoni semplici: 2,75 m

riduzioni: 1,00 m del diametro del tubo minore

## **4.2 OPERE DI FINITURA IN GENERE**

-Pavimenti

La misurazione dei pavimenti si sviluppa secondo le superfici in vista e perciò senza tener conto delle parti comunque incassate o effettivamente sotto intonaco; si detraggono altresì le zone non pavimentate, purché di superficie non inferiore a 0,50 m<sup>2</sup> ciascuna.

-Rivestimenti

La misurazione dei rivestimenti si sviluppa secondo le superfici effettivamente in vista.

-Intonaci

La misurazione viene effettuata v.p.p. con detrazione delle aperture superiori a 3 m<sup>2</sup>; in caso di questa deduzione però verranno computati spalle, sguinci e ciellini.

-Isolamenti termici ed acustici

La misurazione viene effettuata per vuoto per pieno

-Tinteggi

La misurazione viene effettuata v.p.p. con detrazione delle aperture superiori a 4 m<sup>2</sup> computando però spalle, sguinci e ciellini.

-Verniciature

Tutte le coloriture o verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e con rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

-Opere in ferro:

A disegno semplice: 1,5 volte la superficie in luce

A disegno lavorato: 2,5 volte la superficie in luce

Profilati di tutti i tipi: secondo il loro sviluppo effettivo

-Opere in legno:

Porte: 2 volte la luce netta dell'infisso, senza detrarre l'eventuale superficie vetrata; l'eventuale imbottite, i coprifili, le cornici a muro andranno inoltre computate secondo il loro sviluppo effettivo

