

## **PARTE I** **4**

### **QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI** **4**

#### **Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali** **5**

- 1.1 Accettazione dei materiali 5
- 1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale 6
- 1.3 Impiego dei materiali 6
- 1.4 Provvista dei materiali 6
- 1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti  
in contratto 7
- 1.6 Difetti di costruzione 7

#### **Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE** **8**

- 2.1 Marcatura CE - Materiali 8
- 2.2 Marcatura CE - Macchinari 8

### **MATERIALI** **9**

#### **Art. 1 Elementi in Vetiroresina** **9**

- 1.1 Tubo diametro 60 mm 9
  - 1.1.1 Caratteristiche Geometriche 9
  - 1.1.2 Caratteristiche Meccaniche 10
  - 1.1.3 Prove 10
    - 1.1.3.1 Prova di flessione 10
    - 1.1.3.2 Prova di taglio 11
    - 1.1.3.3 Prova di resistenza allo scoppio 11
- 1.2 Tubo diametro 76 mm e spessore 8 utilizzato con sistema  
autoperforante. 12
  - 1.2.1 Caratteristiche Geometriche 12
  - 1.2.2 Caratteristiche Meccaniche 13
  - 1.2.3 Prove 13
    - 1.2.3.1 Prova di flessione 13
    - 1.2.3.2 Prova di taglio 13
- 1.3 Barre a sezione rettangolare 14
  - 1.3.1 Caratteristiche geometriche 14
  - 1.3.2 Caratteristiche Meccaniche 15
  - 1.3.3 Prove 15
    - 1.3.3.1 Prova di flessione 15
    - 1.3.3.2 Prova di taglio 15
- 1.4 Tirante attivo 16
  - 1.4.1 Caratteristiche delle barre 16
  - 1.4.2 Prove 17
- 1.5 Tubo per micropali 17
  - 1.5.1 Caratteristiche Geometriche 17
  - 1.5.2 Caratteristiche Meccaniche 17
  - 1.5.3 Prove 18
- 1.6 Barre ad aderenza migliorata 18
  - 1.6.1 Caratteristiche geometriche e meccaniche 18
  - 1.6.2 Prove 19
- 1.7 Staffe sagomate 19

1.7.1	Caratteristiche geometriche e meccaniche	19
1.7.2	Prove	19
1.8	Filo di vetro AR tagliato	20
1.8.1	Caratteristiche fisico/meccaniche	20
<b>Art. 2</b>	<b>Palancole</b>	<b>21</b>
<b>Art. 3</b>	<b>Armatura di micropali, infilaggi e jet-grouting</b>	<b>22</b>
3.1	Tubi in acciaio per micropali e infilaggi	22
3.2	Tubi in acciaio per jet-grouting	22
3.3	Profilati in acciaio per micropali e jet-grouting	22
<b>Art. 4</b>	<b>Centine metalliche per pozzi o gallerie</b>	<b>23</b>
<b>Art. 5</b>	<b>Trefoli per tiranti</b>	<b>24</b>
<b>Art. 6</b>	<b>Fanghi bentonitici</b>	<b>25</b>
6.1	Normative di Riferimento	25
6.2	Materiali	25
<b>Art. 7</b>	<b>Geotessili</b>	<b>27</b>
7.1	Geotessili non tessuti	27
7.2	Geotessili tessuti	27
7.3	Marcatura CE	27
<b>Art. 8</b>	<b>Manufatti tubolari in lamiera ondulata</b>	<b>28</b>
8.1	Lamiera ondulata	28
8.2	Bulloni	28
8.3	Giunti	28
<b>Art. 9</b>	<b>Gabbioni e materassi metallici</b>	<b>29</b>
9.1	Filo metallico	29
9.2	Rivestimento protettivo	29
9.3	Rete	30
9.4	Riempimento	32
9.5	Grafte metalliche	32
<b>Art. 10</b>	<b>Tubazioni idrauliche</b>	<b>32</b>
10.1	Tubi in PVC-U	33
10.2	Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE	33
10.3	Tubi in calcestruzzo non armato e armato	33
<b>Art. 11</b>	<b>Pozzetti idraulici</b>	<b>35</b>
11.1	Pozzetti prefabbricati in c.a.v.	35
11.2	Pozzetti in PE strutturato	35
<b>Art. 12</b>	<b>Difese spondali</b>	<b>36</b>
12.1	Elementi in conglomerato cementizio	36
12.2	Scogliera di pietrame	36
<b>Art. 13</b>	<b>Cemento</b>	<b>38</b>
<b>Art. 14</b>	<b>Aggregati per c.a.</b>	<b>39</b>

Art. 15	Acqua di impasto	42
Art. 16	Acciaio per c.a.	43
Art. 17	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	45
Art. 18	Acciaio per c.a.p.	46
Art. 19	Acciaio per strutture metalliche	47
Art. 20	Misto granulare non legato per fondazione	48
Art. 21	Conglomerati bituminosi	50
Art. 22	Conglomerati bituminosi fresati	50
Art. 23	Acciaio Inossidabile	51
Art. 24	Acciai zincati	51

**PARTE I**  
**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

**Art. 1 Qualità, provenienza e impiego dei materiali**

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

**1.1 Accettazione dei materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
- b) identificati riportando le loro caratteristiche nel Documento di Trasporto con cui il materiale viene consegnato in cantiere o a piè d'opera. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia del DdT (Documento di Trasporto) e dell'eventuale documentazione allegata;
- c) certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
- d) accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e, se necessario, mediante prove sperimentali di accettazione;
- e) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b), c) e d) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore mentre le prove di laboratorio e le certificazioni relative al punto e) sono a carico della Committente, permanendo - anche per quest'ultime - a carico dell'Appaltatore l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo.

Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b), c) o d), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche

volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

### **1.2 Conformità e Non Conformità al Capitolato Speciale**

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando il Direttore dei Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

### **1.3 Impiego dei materiali**

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

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

### **1.4 Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto.

Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, nè all'incremento dei prezzi pattuiti. Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee, ripristino dei luoghi, indennizzi ed indennità a Terzi.

#### **1.5 Sostituzione dei luoghi di provenienza dei materiali previsti in contratto**

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

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.

#### **1.6 Difetti di costruzione**

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore 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.

Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

**Art. 2 Dichiarazione di conformità e marcatura CE**

I prodotti che riportano la marcatura CE - che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali del Regolamento UE n°305/2011 - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

**2.1 Marcatura CE - Materiali**

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare - ove previsto dalla Normativa italiana vigente alla data dell'offerta - la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

**2.2 Marcatura CE - Macchinari**

Tutti i macchinari, impianti, equipaggiamenti, dispositivi, strumenti e attrezzature da impiegare nei lavori dovranno presentare la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Macchinari sprovvisti della Marcatura CE o immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della Marcatura CE non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.



## **MATERIALI**

Vengono di seguito riassunte le caratteristiche dei materiali di più frequente utilizzo nelle lavorazioni. Per tutti gli altri componenti occorrerà fare riferimento agli specifici capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

### **Art. 1 Elementi in Vetoresina**

Il tubo in vetoresina dovrà essere prodotto con resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 55%.

#### **1.1 Tubo diametro 60 mm**

Tubo in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibra di vetro con superficie esterna ad aderenza migliorata ottenuta per tornitura (filettatura di passo max 60 mm e profondità minima 0.5 mm) o, in alternativa, mediante riporto con resinatura di sabbia sferoidale al quarzo.

La lunghezza del tubo dovrà essere conforme a quella di Progetto, ottenuta preribilmente con un'unica barra senza giunzioni, ove si dovessero effettuare giunzioni, resta a carico dell'Appaltatore la fornitura dei necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio della sezione non giuntata (per maggiori dettagli si rimanda all'art 12.3.1.3).

Ogni tubo dovrà essere corredato dei dispositivi per le iniezioni di bloccaggio ed in particolare: tappo di fondo, valvole per le iniezioni, tubo di sfogo aria, valvola di non ritorno, cianfrinatura a bocca perforo.

##### **1.1.1 Caratteristiche Geometriche**

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Sezione resistente	mm <sup>2</sup>	1500
Diametro esterno	mm	60
Diametro interno	mm	40
Tolleranze dimensionali secondo ASTM D3917		

**1.1.2 Caratteristiche Meccaniche**

Caratteristica	Unità di misura	Valore minimo	Norma di riferimento
Massa volumica	g/cc	1.9	UNI 7092
Resistenza a trazione	MPa	600	UNI EN61 **
Resistenza a flessione	MPa	600	ASTM D790 **
Modulo elastico	MPa	30.000	UNI EN61 (ASTM D790 A FLEX) **
Resistenza a taglio	MPa	100	ASTM D732 **
** vedi paragrafo prove			

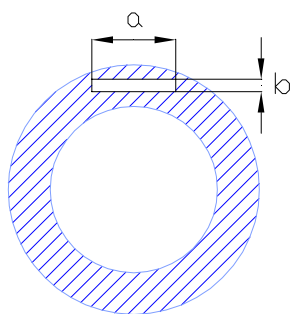
Relativamente alla resistenza allo scoppio, sono previsti due diversi tipi di materiale:

- tubo diametro 60 mm e spessore 10 con resistenza allo scoppio fino a 4 Mpa (nel caso della cementazione);
- tubo diametro 60 mm e spessore 10 con resistenza allo scoppio fino a 8 Mpa (nel caso di iniezione a pressione).

**1.1.3 Prove**

Il presente paragrafo tratta solo degli adattamenti e precisazioni - derivanti dalla particolare natura e geometria del manufatto in esame - necessari per un corretto utilizzo delle normative citate.

I provini devono essere ricavati dal tubo secondo lo schema sotto riportato.



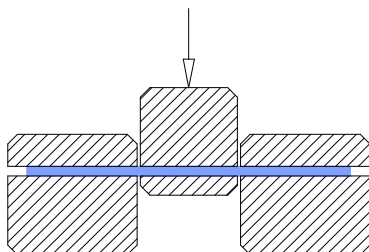
Le provette prismatiche di sezione  $a \times b \times l$  (lunghezza) indicate nelle normative citate, devono essere ricavate per asportazione meccanica della parte tratteggiata avendo cura che l'ultima fase di lavorazione sia una rettifica refrigerata di 0.5 mm per lato sulle superfici di dimensioni  $a \times l$ .

**1.1.3.1 Prova di flessione**

La prova di flessione va eseguita su provette tali che il rapporto luce libera/spessore sia almeno 40 per minimizzare gli effetti del taglio. Il valore di resistenza ricavato da tale prova può essere considerato come una determinazione indiretta, conservativa e molto agevole di quello a trazione.

#### 1.1.3.2 Prova di taglio

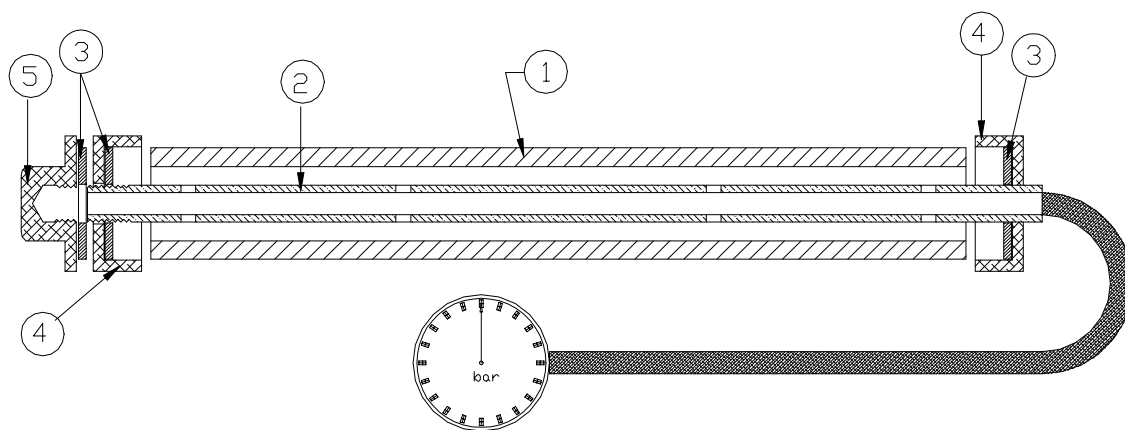
La prova di resistenza a taglio per tranciatura secondo ASTM D 732 dovrebbe essere eseguita su di un disco di materiale di 50 mm di diametro (o su di una placca 50x50) che deve essere incastrato totalmente nella matrice di punzonatura. Il punzone è a sezione circolare da 1 pollice di diametro. In realtà dal tubo possono essere ricavate provette di non più di 20 - 25 mm di larghezza e, pertanto non è possibile ripetere le condizioni di prova previste dalla norma. La punzonatura viene allora effettuata incastrando il provino alle estremità secondo lo schema a lato ed usando un punzone di sezione quadra o circolare di diametro > 50 mm su provini di sezione indicativa 20x3 mm.



#### 1.1.3.3 Prova di resistenza allo scoppio

Lo schema di prova è il seguente:

- 1 - Tubo in prova Ø 60/40
- 2 - Tubo - tirante forato per immissione olio
- 3 - Guarnizione piane
- 4 - Tappo di fondo
- 5 - Collari terminali ciechi di sigillatura



- Il campione di tubo in prova viene stretto attraverso l'avvitamento del collare terminale cieco sul tubo-tirante;
- viene immesso olio nel circuito avendo cura di effettuare una serie di cicli carico/scarico per l'eliminazione di sacche di aria fino a quando l'azione manuale sulla pompa determina direttamente un aumento di pressione;
- si aumentata la pressione con una velocità di ca 20 bar al minuto fino alla rottura del tubo in prova;
- il valore massimo di pressione raggiunto viene definito valore di resistenza allo scoppio.

### **1.2 Tubo diametro 76 mm e spessore 8 utilizzato con sistema autoperforante.**

Tubo in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibra di vetro con superficie esterna ad aderenza migliorata ottenuta per tornitura (filettatura di passo max 60 mm e profondità minima 0.5 mm) o, in alternativa mediante riporto con resinatura di sabbia sferoidale al quarzo.

#### **1.2.1 Caratteristiche Geometriche**

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Sezione resistente	mm <sup>2</sup>	1700
Diametro esterno	mm	76
Diametro interno	mm	60
Tolleranze dimensionali secondo ASTM D3917		

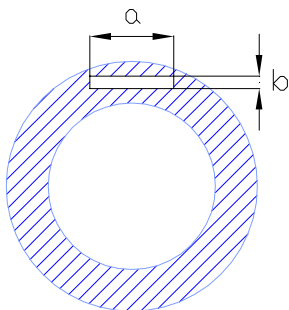
**1.2.2 Caratteristiche Meccaniche**

Caratteristica	Unità di misura	Valore minimo	Norma di riferimento
Massa volumica	g/cc	1.9	UNI 7092
Resistenza a trazione	MPa	600	UNI EN61 **
Resistenza a flessione	MPa	600	ASTM D790 **
Modulo elastico	MPa	30.000	UNI EN61 (ASTM D790 A FLEX) **
Resistenza a taglio	MPa	100	ASTM D732 **
** vedi paragrafo prove			

**1.2.3 Prove**

Il presente paragrafo tratta solo degli adattamenti e precisazioni - derivanti dalla particolare natura e geometria del manufatto in esame - necessari per un corretto utilizzo delle normative citate.

I provini devono essere ricavati dal tubo secondo lo schema sotto riportato.



Le provette prismatiche di sezione  $a \times b \times l$  (lunghezza) indicate nelle normative citate, devono essere ricavate per asportazione meccanica della parte tratteggiata avendo cura che l'ultima fase di lavorazione sia una rettifica refrigerata di 0.5 mm per lato sulle superfici di dimensioni  $a \times l$ .

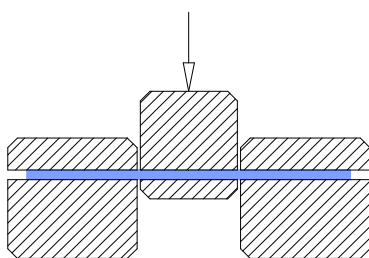
**1.2.3.1 Prova di flessione**

La prova di flessione va eseguita su provette tali che il rapporto luce libera/spessore sia almeno 40 per minimizzare gli effetti del taglio.

Il valore di resistenza ricavato da tale prova può essere considerato come una determinazione indiretta, conservativa di quello a trazione.

**1.2.3.2 Prova di taglio**

La prova di resistenza a taglio per tranciatura secondo ASTM D 732 sarà eseguita su di un disco di materiale di 50 mm di diametro (o su di una placca 50x50) che deve essere incastrato totalmente nella matrice di punzonatura. Il punzone è a sezione circolare da 1 pollice di diametro. In realtà dal tubo possono essere ricavate provette di non più di 20 - 25 mm di larghezza e, pertanto non è possibile ripetere le condizioni di prova previste dalla norma. La punzonatura viene allora effettuata incastrando il provino alle estremità secondo lo schema a lato ed usando un punzone di sezione quadra o circolare di diametro > 50 mm su provini di sezione indicativa 20x3 mm.



### 1.3 Barre a sezione rettangolare

Barre a sezione rettangolare in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro per sistemi integrati con veicoli di iniezione separati (elementi strutturali). Le barre sono normalmente montate intorno al tubo di iniezione posto in posizione centrale per mezzo di opportuni distanziatori/centratori. Le superfici esterne delle barre (lato foro) sono ad aderenza migliorata ottenuta con riporto (mediante resinatura) di sabbia sferoidale al quarzo o in alternativa attraverso rimozione di pellicola "peel-py" all'atto della produzione (tale sistema produce una sorta di goffratura superficiale).

#### 1.3.1 Caratteristiche geometriche

Dimensioni della sezione in mmxmm	Sezione resistente del singolo piatto (mm <sup>2</sup> )	Sezione resistente ottenuta accoppiando 3 piatti (mm <sup>2</sup> )
40x6	240	720
40x7	280	840
40x9	360	1080
40x12	480	1440
Tolleranze dimensionali secondo ASTM D3917		

**1.3.2 Caratteristiche Meccaniche**

Caratteristica	Unità di misura	Valore minimo	Norma di riferimento
Massa volumica	g/cc	1.9	UNI 7092
Resistenza a trazione	MPa	1.000	UNI EN61 **
Resistenza a flessione	MPa	1.000	ASTM D790 **
Modulo elastico	MPa	40.000	UNI EN61 (ASTM D790 A FLEX) **
Resistenza a taglio	MPa	140	ASTM D732 **
** vedi paragrafo prove			

**1.3.3 Prove**

Il presente paragrafo tratta solo degli adattamenti e precisazioni - derivanti dalla particolare natura e geometria del manufatto in esame - necessari per un corretto utilizzo delle normative citate.

I provini devono essere ricavati dai piatti attraverso rettifica refrigerata in modo da ridurre lo spessore del provino fino ad un valore nominale di 3mm asportando materiale in maniera per quanto possibile simmetrica.

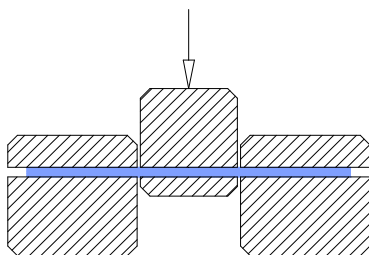
**1.3.3.1 Prova di flessione**

La prova di flessione va eseguita su provette tali che il rapporto luce libera/spessore sia almeno 40 per minimizzare gli effetti del taglio.

Il valore di resistenza ricavato da tale prova può essere considerato come una determinazione indiretta, conservativa e molto agevole di quello a trazione.

**1.3.3.2 Prova di taglio**

La prova di resistenza a taglio per tranciatura secondo ASTM D 732 dovrebbe essere eseguita su di un disco di materiale di 50 mm di diametro (o su di una placca 50x50) che deve essere incastrato totalmente nella matrice di punzonatura. Il punzone è a sezione circolare da 1 pollice di diametro. In realtà dal tubo possono essere ricavate provette di non più di 20 - 25 mm di larghezza e, pertanto non è possibile ripetere le condizioni di prova previste dalla norma. La punzonatura viene allora effettuata incastrando il provino alle estremità secondo lo schema a lato ed usando un punzone di sezione quadra o circolare di diametro > 50 mm su provini di sezione indicativa 20x3 mm.



#### 1.4 Tirante attivo

Gli elementi in vetroresina (in barra, tubo o a sezione rettangolare) che funzioneranno da tiranti attivi dovranno essere dotati di un terminale che consenta di applicare e successivamente mantenere, attraverso opportuno dispositivo di tensionamento, un carico totale di 20 tonnellate.

Il terminale potrà consistere in una testata in acciaio con foro passante conico che si accoppia con cunei di bloccaggio che esercitando opportuna compressione sugli elementi in VTR consentono il trasferimento di carichi assiali per attrito.

Il dispositivo di tensionamento potrà consistere in una coppia di cilindri idraulici dotati di opportune valvole proporzionali per garantire il parallelismo di azionamento che si collega alla testata attraverso una ghiera filettata.

L'azione dei cilindri provoca una traslazione della testata. Tra la testata e la piastra di ripartizione sarà posizionata una contropiastra dotata di perni di contrasto che, una volta avvitati fino a recuperare l'intero spazio creatosi in seguito a tale traslazione, consentono di mantenere il tensionamento dell'elemento in VTR ed il recupero del dispositivo di tensionamento.

##### 1.4.1 Caratteristiche delle barre

Tipo di barra	Sezione totale resistente (mm <sup>2</sup> )
Barra a sezione circolare $\Phi$ 32 mm	804
N° 3 barre a sezione rettangolare 40x7 mm	840



**1.4.2 Prove**

Le prove vanno effettuate sull'insieme testata/barra per verificare la capacità di tale insieme di trasmettere i carichi di trazione previsti secondo il seguente schema:

- l'elemento in VTR viene inserito in un cilindro a canna forata tipo ENERPAC RCH606 (o di caratteristiche similari);
- due testate vengono montate su entrambi i lati del cilindro in modo che immettendo olio in pressione l'elemento in VTR venga sollecitato a trazione;
- si aumenta la pressione nel cilindro con un velocità di ca. 20 bar al minuto fino al raggiungimento della pressione corrispondente a 20 tonnellate di trazione sull'elemento in VTR (valore di pretensione) che viene mantenuta per una ora;
- si incrementa la pressione (sempre con velocità di ca. 20 bar a minuto) fino ad un valore corrispondente a 30 tonnellate di trazione sull'elemento in VTR verificando che non avvengano rotture;
- si incrementa il valore di pressione fino alla rottura registrando il valore di carico corrispondente.

**1.5 Tubo per micropali**

Tubo in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibra di vetro di diametro esterno 200 mm destinato all'armatura di micropali per paratie provvisionali.

**1.5.1 Caratteristiche Geometriche**

$\phi_{est}$ mm	Spessore mm	$A_{tubo}$ cm <sup>2</sup>	$W_e$ cm <sup>3</sup>	$J_e$ cm <sup>4</sup>
200	8	48	223	2227
200	10	59	270	2700
200	12	71	314	3144

**1.5.2 Caratteristiche Meccaniche**

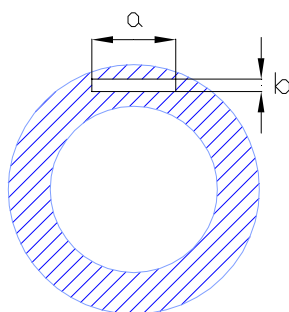
Caratteristica	Unità di misura	Valore minimo	Norma di riferimento
Massa volumica	g/cc	1.9	UNI 7092
Resistenza a trazione	MPa	600	UNI EN61 **
Resistenza a flessione	MPa	600	ASTM D790 **

Modulo elastico	MPa	35.00	UNI EN61 (ASTM D790 A FLEX)**
Resistenza a taglio	MPa	30	ASTM D4475 (Short beam test)
** vedi paragrafo prove			

### 1.5.3 Prove

Il presente paragrafo tratta solo degli adattamenti e precisazioni - derivanti dalla particolare natura e geometria del manufatto in esame - necessari per un corretto utilizzo delle normative citate.

I provini devono essere ricavati dal tubo secondo lo schema sotto riportato.



Le provette prismatiche di sezione  $a \times b \times l$  (lunghezza) indicate nelle normative citate, devono essere ricavate per asportazione meccanica della parte tratteggiata avendo cura che l'ultima fase di lavorazione sia una rettifica refrigerata di 0.5 mm per lato sulle superfici di dimensioni  $a \times l$ .

### 1.6 Barre ad aderenza migliorata

Barre a sezione circolare in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro ad aderenza migliorata costituita da una sagomatura elicoidale a rilievo senza l'ausilio di lavorazioni meccaniche che comportino asportazione di materiale con conseguente taglio delle fibre di rinforzo, utilizzate principalmente per la realizzazione di gabbie di armatura o come chiodi o tiranti (attivi e passivi).

#### 1.6.1 Caratteristiche geometriche e meccaniche

Diametro Tondino (mm)	Area Sezione (mm <sup>2</sup> )	Resistenza a trazione Media (MPa)	Resistenza a trazione Caratteristica (MPa)	Resistenza a trazione (Ton)	Modulo Elastico (GPa)
10	78	1000	900	7	41

12	113	900	900	10	41
16	201	900	800	16	41
22	380	900	780	29	41
25	490	900	730	35	41
26	530	900	730	38	41
30	706	900	690	48	41
32	804	900	670	53	41

### 1.6.2 Prove

Le prove devono essere eseguite secondo il documento CNR DT203/2006 " Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato".

### 1.7 Staffe sagomate

Barre in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro di varie sezioni resistenti aventi una sagomatura a disegno (preferibilmente ad anello chiuso senza sovrapposizioni) per la realizzazioni di gabbie di armatura integralmente in vetroresina.

#### 1.7.1 Caratteristiche geometriche e meccaniche

Tondo equivalente	Area Sezione (mm <sup>2</sup> )	Resistenza a trazione Media (MPa)	Resistenza a trazione Caratteristica (MPa)	Resistenza a trazione (Ton)	Modulo Elastico (GPa)
10	78	1000	900	7	41
12	113	900	900	10	41
16	201	900	800	16	41
22	380	900	780	29	41

#### 1.7.2 Prove

Le prove devono essere eseguite secondo documento CNR DT203/2006 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di

Strutture di Calcestruzzo armato con Barre di Materiale Composito Fibrorinforzato”.

### 1.8 Filo di vetro AR tagliato

Filo di vetro tagliato per armatura diffusa di calcestruzzi o di spritz beton. Il filo tagliato (tipo Spritzfil-cem) è ricavato da un filato continuo di vetro AR (alcali resistente) ricoperto con un legante idoneo ad aumentarne l'aderenza con matrici cementizie.

#### 1.8.1 Caratteristiche fisico/meccaniche

Lunghezza del filato	mm	12
Modulo di elasticità	GPa	72
Densità	g/mc	2.68
Allungamento a rottura	%	< 2.4
Diametro del singolo filamento	µm	17
Resistenza a trazione del filamento	MPa	1800
Punto di rammollimento	°C	860
Contenuto di zirconio	%	16-17

**Art. 2 Palancole**

Ogni partita di materiale approvvigionato dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993, attestante la caratteristiche meccaniche e geometriche dichiarate dal fornitore.

I profilati devono essere conformi alle seguenti norme:

UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2, UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2.

Nel caso siano utilizzati sezioni tubolari esse dovranno essere conformi alle norme UNI EN10219-1 e UNI EN10219-2.

Qualora sia richiesta la impermeabilità del giunto di accoppiamento, l'Appaltatore dovrà fornire tutti i dettagli tecnici relativi al sigillante utilizzato. In particolare dovrà dimostrare che il materiale utilizzato non viene danneggiato nella fase di accoppiamento degli elementi sia che non è affetto da deterioramento a lungo termine, precisandone eventualmente i valori garantiti di durata.

**Art. 3 Armatura di micropali, infilaggi e jet-grouting****3.1 Tubi in acciaio per micropali e infilaggi**

L'armatura tubolare sarà costituita da:

- profilati cavi finiti a caldo (senza saldatura), conformi alla norma UNI EN 10210-1

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% carico ammissibile a compressione. L'Appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per ogni fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

**3.2 Tubi in acciaio per jet-grouting**

L'armatura tubolare sarà costituita da:

- profilati cavi finiti a caldo (senza saldatura), conformi alla norma UNI EN 10210-1

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo filettatura interna. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno al 70% carico ammissibile a compressione. L'Appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per ogni fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

**3.3 Profilati in acciaio per micropali e jet-grouting**

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di Progetto. Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 ÷ 14m).

**Art. 4 Centine metalliche per pozzi o gallerie**

Le centine in acciaio profilato a doppio T dovranno essere in acciaio di tipo S235 o superiore. Le centine in acciaio reticolare dovranno essere costituite, qualora non indicato diversamente nel Progetto, da barre d'acciaio del tipo B450C.

Le lamiere dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore al tipo S235, UNI 10025.

I bulloni dovranno essere di classe non inferiore alla 8.8-UNI 898-1.

**Art. 5 Trefoli per tiranti**

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche garantite dal produttore non inferiori a quelle di seguito riportate ed in conformità al D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008):

Tipo di acciaio	Barre	Fili	trefoli	trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk}$ (MPa)	$\geq 1000$	$\geq 1570$	$\geq 1860$	$\geq 1820$	$\geq 1900$
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ (MPa)	---	$\geq 1420$	---	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ (MPa)	---	---	$\geq 1670$	$\geq 1620$	$\geq 1700$
Tensione caratteristica di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	$\geq 800$	---	---	---	---
Allungamento sotto carico massimo $A_{gt}$ (MPa)	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$

Il produttore dovrà controllare la composizione chimica e la struttura metallografia al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte. Si utilizzeranno trefoli  $\Phi$  6/10" in acciaio liscio.

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio :  $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria :  $\sigma_{ai} \leq 0.85 f_{p(1)k}$



**Art. 6 Fanghi bentonitici**

I fanghi bentonitici da impiegare negli scavi per l'esecuzione di diaframmi in c.a. e nella realizzazione di perfori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando, fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua;
- bentonite in polvere o in alternativa fanghi polimerici
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.).

**6.1 Normative di Riferimento**

- API American Petroleum Institute - Spec 13 A Specification for Oil-Well Drilling Fluid Materials
- API American Petroleum Institute - Spec RP 13 B Standard Procedure for Field Testing drilling Fluids

**6.2 Materiali**

Viene lasciata all' Appaltatore la facoltà di scelta del prodotto in funzione della metodologia di scavo e delle attrezzature disponibili. La scelta del tipo di fango, avverrà anche in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda. Per fango polimerico biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua. Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di polisaccaridi vegetali, biopolimeri. Si sconsiglia l'impiego dei poliacrilammidi di sintesi se non per casi particolari. Si riportano nella seguente tabella 1 i parametri caratteristici di riferimento di una bentonite da utilizzare nella preparazione di un fango di stabilizzazione:

residui al passante di 63µm	< 4%
tenore di umidità:	< 15%
Limite di liquidità:	> 300
viscosità 1500÷1000 MARSH della sospensione al 6% in acqua distillata:	> 40s
decantazione della sospensione al 6% in 24 h:	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm³ della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0,7 MPa:	< 18 cm³
pH dell'acqua filtrata:	> 7 < 9

spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro pressa:	2,5 mm
--	--------

Tabella 1

**Art. 7 Geotessili**

Sono costituiti da geotessile nontessuto e geotessile tessuto. Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali vengono descritte nei singoli capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

**7.1 Geotessili non tessuti**

I geotessili nontessuti dovranno essere ottenuti da fibre poliolefiniche (polipropilene e/o polietilene) o poliestere (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, termofusione, termocalandratura e termolegatura stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici. I geotessili nontessuti possono essere a filo continuo, quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, a fiocco, quando il filamento viene tagliato prima della cardatura.

**7.2 Geotessili tessuti**

I geotessili tessuti devono essere prodotti con la tecniche della tessitura industriale a trama e ordito, con filati o bandelle in polipropilene o poliestere, stabilizzate ai raggi UV, con l'esclusione di materia prima riciclata.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

**7.3 Marcatura CE**

Il materiale dovrà essere marchiato CE come richiesto dalle norme tecniche armonizzate recepite dal Regolamento UE n°305/2011 e dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le prove, da eseguire in funzione delle applicazioni, secondo quanto meglio specificato nei relativi articoli del presente Capitolato Speciale.

**Art. 8 Manufatti tubolari in lamiera ondulata****8.1 Lamiera ondulata**

L'acciaio delle lamiere sarà acciaio al carbonio conforme alle UNI EN 10025.

La geometria delle ondulazioni sarà conforme alle AASHO M167 e AASHO M36. La struttura dovrà comunque presentare una rigidità sufficiente ai fini della movimentazione e dell'installazione.

**8.2 Bulloni**

Verranno utilizzati bulloni ad alta resistenza aventi caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 20898.

Per i bulloni le associazioni dadi-viti sarà conforme alla CNR UNI 10011. Le associazioni tra bulloni ed ondulazioni della lamiera saranno conformi alle indicazioni del produttore.

**8.3 Giunti**

I requisiti meccanici e prestazionali dei giunti dovranno essere conformi a consolidati sistemi di standardizzazione, quali quelli sviluppati dal Bridge Design Code Committee dell'AASHTO, pubblicati nelle AASHTO Bridge Specifications, Division II, Section 26.4.2, o ad altri ritenuti equivalenti a giudizio della Direzione Lavori.

**Art. 9 Gabbioni e materassi metallici****9.1 Filo metallico**

Il filo metallico utilizzato per la costruzione della rete sia per le legature sarà a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN 10016-2.

La resistenza a trazione sarà conforme alla UNI EN 10223-3 (valori compresi tra 350 e 550 MPa, allungamento a rottura non inferiore al 10%). Le tolleranze dimensionali saranno quelle stabilite dalla UNI EN 10218-2 classe T1; per i diametri standard esse risultano:

- diametri 2,2, 2,4 e 2,7 mm:  $\pm 0,06$  mm
- diametri 3,0, 3,4 e 3,9 mm:  $\pm 0,07$  mm

**9.2 Rivestimento protettivo**

Per gli impieghi descritti al par. 16.1 sono previsti:

- a) rivestimento in lega eutettica zinco-alluminio (95%-5%) - cerio - lantanio;
- b) rivestimento polimerico estruso o sinterizzato in PVC, aggiuntivo rispetto a quello del p.to a).

Il rivestimento in lega eutettica sarà conforme alla UNI EN 10244-2 classe A.

Il ricoprimento minimo in funzione del diametro nominale del filo sarà definito come dal seguente prospetto:

Diametro      Ricoprimento minimo

(mm)	(g/m <sup>2</sup> )
2,0	215
2,2	230
2,4	230
2,7	245
3,0	255
3,4	265
3,9	275

Il rivestimento in PVC sarà conforme alla UNI EN 10245-2 ed avrà spessore nominale 0,5 mm (minimo 0,38 mm).

Saranno ammessi anche altri polimeri, purché ne siano accertate e certificate:

- la conformità ai requisiti generali stabiliti dalla UNI 10245, per quanto applicabili;
- una buona aderenza sul filo;

- una soddisfacente resistenza agli agenti atmosferici (raggi UV e temperatura).

Il materiale base del rivestimento in PVC avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico compreso tra 1300 e 1350 kg/m<sup>3</sup> ASTM D 792;
- durezza Shore (ISO 868) tra 50 e 60;
- resistenza a trazione superiore a 20,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 15,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- modulo elastico al 100% di deformazione superiore a 18,6 MPa ISO 1183 (ASTM D 412) per il PVC estruso ed a 13,7 MPa ISO 527 (ASTM D 638) per il PVC sinterizzato;
- resistenza all'abrasione: perdita in peso inferiore al 12% al test ASTM D 1242, metodo B, a 200 cicli di abrasione con nastro CSI-A grana 80;
- temperatura di fragilità, Cold Bend Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 104 A) inferiore a -30°C, e Cold Flex Temperature (determinata secondo la norma BS 2782-metodo 150 B) inferiore a +15°C,;
- perdita in peso per volatilità a 105°C: non superiore al 2% ed al 6% (rispettivamente a 24 ore ed a 240 ore), in accordo con la ASTM D 1203 (EN ISO 176) e la ASTM D 2287.

### 9.3 Rete

La rete presenterà caratteristiche dimensionali (apertura e tolleranze) conformi alla UNI EN 10223-3. Per le dimensioni standard delle maglie disponibili in commercio (6x8, 8x10, 10x12) le tolleranze risultano -4% / +16%.

Per gli impieghi descritti al par. 16, le combinazioni tipiche tra le dimensioni della maglia ed il diametro del filo sono:

struttura	maglia	tipo	diametro del filo (mm)
gabbioni	6x8		2,7
gabbioni	8x10		2,7 (con riv. polimerico) e 3,0
materassi	6x8		2,2 (con riv. polimerico)

Il diametro del filo di bordatura avrà un diametro maggiore di quello costituente la rete, secondo le seguenti combinazioni:

diametro filo rete (mm)	diametro filo bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4

3,0

3,9

Per gli impieghi descritti al par. 16.0 i valori caratteristici di resistenza della rete metallica dovranno essere i seguenti:

		GABBIONI	MATERASSI
Resistenza a trazione			
parallela alla torsione	(kN/m)	50	37
perpendicolare alla torsione	(kN/m)	26	13
legature di bordo	(kN/m)	20	10
Resistenza a punzonamento	(kN)	27	18

#### 9.4 Riempimento

Il materiale lapideo da impiegarsi sarà di granulometria tale da non determinare la fuoriuscita degli elementi lapidei dalla maglia e da non ostacolare (per la presenza di elementi di dimensioni eccessive, superiori ai 2/3 dello spessore) un buon addensamento del materiale:

- gabbioni maglia 6x8: granulometria 90-200
- gabbioni maglia 8x10: granulometria 120-220
- materassi: granulometria 90-130

In casi speciali (gabbioni rinverditi) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali. Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

I requisiti di resistenza all'usura saranno:

- categoria  $M_{DE}10$  UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido grossolano (torrenti);
- categoria  $M_{DE}20$  UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa costiera;
- categoria  $M_{DE}30$  UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido fine (fiumi) o in opere di sostegno.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria  $FT_A$  della UNI EN 13383-1.

#### 9.5 Graffe metalliche

Per le legature, in alternativa al filo si potrà ricorrere a graffatura pneumatica con graffe metalliche 45x24x3 mm, aventi resistenza a trazione non inferiore a 17000 MPa.

#### Art. 10 Tubazioni idrauliche

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo autostradale è previsto impiego l'impiego di:



- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PE;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

#### **10.1 Tubi in PVC-U**

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

#### **10.2 Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE**

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

#### **10.3 Tubi in calcestruzzo non armato e armato**

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la

loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro . Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

**Art. 11 Pozzetti idraulici**

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo autostradale sono:

- pozzetti prefabbricati in c.a.v.;
- pozzetti in PE strutturato.

**11.1 Pozzetti prefabbricati in c.a.v.**

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917. Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 40 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

Essi dovranno inoltre essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucchiolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

**11.2 Pozzetti in PE strutturato**

I pozzetti in polietilene strutturato saranno certificati dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici e conformi alle norme UNI EN 13598-1 e pr EN 13598-2 per quanto riguarda caratteristiche dei materiali costituenti e delle guarnizioni, caratteristiche generali, geometriche e meccaniche e requisiti prestazionali.

I pozzetti dovranno essere idonei a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

I pozzetti potranno essere con elemento di base stampato, costituiti da:

- elemento di base in PEMD stampato, predisposto per l'innesto delle tubazioni;
- elementi intermedi in PEAD strutturato;
- elemento terminale in PEMD, con eventuale riduzione.

ovvero ricavati da tubo in PEAD strutturato mediante saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura).

La giunzione tra i diversi elementi dei pozzetti con elemento di base stampato sarà realizzata per saldatura (secondo le prescrizioni

dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura) o guarnizione in gomma EPDM; pure in gomma EPDM saranno gli innesti delle tubazioni afferenti al pozzetto.

## **Art. 12 Difese spondali**

### **12.1 Elementi in conglomerato cementizio**

Gli elementi saranno prefabbricati con calcestruzzo Rck 25 MPa.

Per le caratteristiche si rimanda all'art. 15 per quanto riguarda i calcestruzzi per opere idrauliche.

Gli elementi saranno della forma e delle dimensioni previste in Progetto, e presenteranno facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma.

Per la prefabbricazione, prima della cassatura e del getto, si provvederà a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato, al fine di assicurare la regolarità della faccia a diretto contatto con il terreno.

Il calcestruzzo sarà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione degli elementi.

Al fine di agevolare le operazioni di controllo da parte della Direzione Lavori, gli elementi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

### **12.2 Scogliera di pietrame**

Gli elementi lapidei dovranno essere privi di discontinuità significative quali fratture, venature, stiloliti, laminazioni, piani di foliazione, piani di sfaldabilità, cambiamenti di "facies" o altri difetti analoghi che potrebbero causare rottura durante il carico, lo scarico o la posa in opera.

I requisiti granulometrici saranno conformi ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 13383-1 (classi HMA1000-3000 e HMA3000-6000).

Per quanto riguarda la forma, il materiale dovrà rientrare nella categoria LTA della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza all'usura il materiale dovrà rientrare nella categoria MDE10 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.



**Art. 13 Cemento**

Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197. dotati di Attestato di Conformità CE.

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di Progetto, tenendo presenti, oltre a quanto previsto nella Tabella 19 G (vedi cap. 19.3), i requisiti di:

- compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto,
- calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50 cm.

Qualora opportuno potranno essere utilizzati cementi speciali, quali: cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati resistenti ai solfati (secondo UNI 9156), o resistenti al dilavamento (secondo UNI 9606), oppure a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH conformemente alla UNI EN 197-1

**Art. 14 Aggregati per c.a.**

Saranno impiegati esclusivamente aggregati muniti di Attestato di conformità CE, per i quali il produttore attui un controllo di produzione in fabbrica certificato da un Organismo notificato e dotati di marcatura CE. Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali.

Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane).

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella **Errore. L'origine r**  
**iferimento non è stata trovata.** e comunque almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il Progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** sono riepilogati i principali requisiti degli aggregati e le prove cui devono essere sottoposti, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Tabella 20 B - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 10 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA <sub>30</sub>  Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria L.A. <sub>20</sub>
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o	Passante a 0,063 mm, UNI EN	≤ f <sub>1,5</sub>



CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
	frantumato da depositi alluvionali	933-2	
	Aggr. grosso frantumato da roccia		$\leq f_{4,0}$
	Sabbia non frantumata		$\leq f_{3,0}$
	Sabbia frantumata		$\leq f_{10}$
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES $\geq 80$ MB $\leq 1$ g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	- prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	- metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl <sup>-</sup> < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI 933-3 EN UNI 933-4 EN	FI e SI $\geq$ 0,15 (Dmax=32 mm) FI e SI $\geq$ 0,12 (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2mm= 100 0,125 mm 85-100 0,063 m 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8.000 m <sup>3</sup> di aggregati impiegati.		

**Art. 15 Acqua di impasto**

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi:

- l'acqua potabile;
- acqua proveniente da depuratori delle acque di aggettamento di cantiere;
- l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio;

qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

**Art. 16 Acciaio per c.a.**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad adherenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008) e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)		$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$		$\geq 1.15$ $< 1.35$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 7.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm) $\leq 8$ $> 8$	$\pm 6.0$ $\pm 4.5$	5.0

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		$\geq 450$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $F_{tk}$ (MPa)		$\geq 540$	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ (*)		$> 1.05$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%) (*)		$\geq 2.5$	10.0

Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	Diametro nominale della barra (mm)		
	< 8	±6.0	5.0
	> 8	±4.5	

**Art. 17 Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto per l'acciaio per c.a., di diametro compreso fra 5 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 330 mm.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore (D.M. 09/01/96) e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

**Art. 18 Acciaio per c.a.p.**

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche garantite dal produttore non inferiori a quelle di seguito riportate ed in conformità al D.M. in vigore (D.M. 14/01/2008):

<b>Tipo di acciaio</b>	<b>Barre</b>	<b>Fili</b>	<b>trefoli</b>	<b>trefoli a fili sagomati</b>	<b>Trecce</b>
Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk}$ (MPa)	$\geq 1000$	$\geq 1570$	$\geq 1860$	$\geq 1820$	$\geq 1900$
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ (MPa)	---	$\geq 1420$	---	---	---
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ (MPa)	---	---	$\geq 1670$	$\geq 1620$	$\geq 1700$
Tensione caratteristica di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	$\geq 800$	---	---	---	---
Allungamento sotto carico massimo $A_{gt}$ (MPa)	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$	$\geq 3,5$

**Art. 19 Acciaio per strutture metalliche**

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S            simbolo S: acciaio per impiego strutturale;
- 355        indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori  $\leq 16$  mm, espresso in N/mm<sup>2</sup>;
- J0, J2, K2   designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W           indicazione di acciaio CORTEN;
- Gx, Gy    stato di fornitura a discrezione del produttore;

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi del Regolamento UE n°305/2011.

Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalle norme EN 10025 (è ammesso l'uso di acciai CORTEN).

**Art. 20 Misto granulare non legato per fondazione**

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	95-100
setaccio 31.5	75-100
setaccio 16	53-80
setaccio 8	36-66
setaccio 6.3	31-61
setaccio 2	16-39
setaccio 0.5	8-23
setaccio 0.063	3-10

- c) rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).
- e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2 mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933-8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
- f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 – Miscele non legate o legate con leganti idraulici – Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d,



e, salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

**Art. 21 Conglomerati bituminosi**

I materiali di base da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. Relativamente alle loro miscele e lavorazioni valgono le prescrizioni o le indicazioni prestazionali contenute negli appositi paragrafi.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, nei casi non definiti inequivocabilmente dalle Norme Tecniche, in base a giudizio della Direzione Lavori.

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE. I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione ed alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto di legante (categoria e valore reale)
- Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti a 10 rotazioni (categorie e valore reale)

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche.)

**Art. 22 Conglomerati bituminosi fresati**

I conglomerati bituminosi fresati dalle pavimentazioni, di proprietà della stazione Appaltante o dell'Appaltatore, per brevità chiamati nel seguito "fresati" sono materiali provenienti da fresature dirette, a freddo o a caldo, o da demolizioni a blocchi di pavimentazioni preesistenti, sottoposte a successiva frantumazione. Essi vanno utilizzati o nei conglomerati bituminosi, con altri materiali vergini, come descritto all'art. 31, oppure per la costruzione di rilevati di qualsiasi tipo, come descritto all'art. 3, per piazzole disosta, rampe di conversione o d'uscita per usi di servizio o in condizioni di blocco stradale, allargamento di corsie d'emergenza, aree di parcheggio, d'atterraggio elicotteri ecc. e per tutte le sottofondazioni delle pavimentazioni. Lo stoccaggio definito "messa in riserva" e l'impiego

definitivo del fresato deve rispondere a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia.

Il fresato posto in riserva deve essere accuratamente stoccato in cumuli separati dagli altri inerti separando il fresato derivante da pavimentazione drenante dal fresato di altra origine.

Sarà compito dell'Impresa provvedere alla vagliatura del materiale in modo da separarlo in classi granulometriche che ne favoriscano l'ottimale reimpiego.

#### **Art. 23 Acciaio Inossidabile**

L'acciaio inossidabile: dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alla norma UNI 6900-71.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317.

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %.

Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

#### **Art. 24 Acciai zincati**

Profilati, lamiere e tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma d'unificazione UNI EN ISO 1461: 2009 (Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova).

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m<sup>2</sup> per zincatura normale

- 300 g/m<sup>2</sup> per zincatura pesante.