

# HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,  
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,  
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E  
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE  
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

## PROGETTO ESECUTIVO

oggetto

file

codice

scala

Revisione

data

causale

redatto

verificato

approvato

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente

contraente generale



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna



**Consorzio Stabile  
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl  
Piazza del Popolo 18  
00187 Roma



**Dredging  
International**

DEME - Dredging International NV  
Haven 1025 - Scheldedijk 30  
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.  
Via Carlo Cattaneo, 20  
37121 Verona

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Filippo Busola**



F&M Ingegneria SpA  
Via Bevedere 8/10  
30035 Mirano (VE)

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Tommaso Tassi**



SISPI srl  
Via Filangieri 11  
80121 Napoli

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Marco Di Stefano**

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI E RELATIVE PRESCRIZIONI .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>1.1 CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LA FORMAZIONE DEI CALCESTRUZZI.....</b>	<b>6</b>
1.2.1	ACQUA D'IMPASTO .....	6
1.2.2	LEGANTI IDRAULICI.....	7
1.2.3	CEMENTI.....	7
1.2.4	AGGLOMERATI CEMENTIZI E CALCI IDRAULICHE .....	8
1.2.5	AGGREGATI ORDINARI PER LA REALIZZAZIONE DI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	8
1.2.6	ADDITIVI.....	8
<b>1.3</b>	<b>ACCIAI.....</b>	<b>9</b>
1.3.1	PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO .....	10
1.3.2	FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO .....	10
1.3.3	LE FORME DI CONTROLLO OBBLIGATORIE .....	10
1.3.4	LA MARCATURA E LA RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI .....	10
1.3.5	IL CASO DELLA UNITÀ MARCATO SCORPORATA. LE ULTERIORI INDICAZIONI DELLA DIREZIONE DEI LAVORI PER LE PROVE DI LABORATORIO.....	11
1.3.6	CONSERVAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE D'ACCOMPAGNAMENTO .....	11
1.3.7	INDICAZIONE DEL MARCHIO IDENTIFICATIVO NEI CERTIFICATI DELLE PROVE MECCANICHE.....	12
1.3.8	FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO: ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE.....	12
1.3.9	CENTRI DI TRASFORMAZIONE .....	12
1.3.10	RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI.....	12
<b>1.4</b>	<b>SABBIE .....</b>	<b>13</b>
<b>1.5</b>	<b>LEGNAMI .....</b>	<b>13</b>
<b>1.6</b>	<b>GHIAIA, PIETRISCO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.7</b>	<b>TERRENI PER SOVRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI .....</b>	<b>15</b>
<b>1.8</b>	<b>MATERIALI PER RILEVATI E RINFIANCHI .....</b>	<b>16</b>
<b>1.9</b>	<b>OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE.....</b>	<b>16</b>
<b>1.10</b>	<b>BITUMI, EMULSIONI BITUMINOSE, CATRAMI, POLVERI ASFALTICHE, OLII MINERALI...</b>	<b>16</b>
<b>1.11</b>	<b>GEOGRIGLIA DI RINFORZO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.12</b>	<b>TUBAZIONI IN GENERE .....</b>	<b>18</b>
1.12.1	ACCETTAZIONE DELLE TUBAZIONI - MARCATURA .....	18
1.12.2	RIVESTIMENTO INTERNO.....	18

1.12.3	TUBAZIONI IN PVC RIGIDO NON PLASTIFICATO .....	19
1.12.4	TUBAZIONI IN PEAD .....	19
<b>1.13</b>	<b>MATERIALI DIVERSI.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>LIVELLO MEDIO DEL MARE .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>TRACCIAMENTO DELLE OPERE E SEGNALAZIONI .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>SCAVI IN GENERE .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>SCAVI DI SBANCAMENTO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>DEMOLIZIONI .....</b>	<b>23</b>
<b>2.7</b>	<b>PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE E SALPAMENTO.....</b>	<b>24</b>
<b>2.8</b>	<b>SCARIFICAZIONE DI SOLETTE IN C.A. E PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....</b>	<b>24</b>
<b>2.9</b>	<b>OPERE IN CEMENTO ARMATO.....</b>	<b>24</b>
2.9.1	QUALIFICA DEI CALCESTRUZZI E CLASSE RESISTENZA .....	25
2.9.2	TRASPORTI .....	27
2.9.3	POSA IN OPERA.....	28
2.9.4	STAGIONATURA, PROTEZIONE E DISARMO DEL CALCESTRUZZO .....	30
2.9.5	RIPRESE DI GETTO .....	31
2.9.6	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....	31
<b>2.10</b>	<b>CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE ED ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE.....</b>	<b>32</b>
<b>2.11</b>	<b>MATERIALI METALLICI PER L'ARMATURA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....</b>	<b>33</b>
2.11.1	CONTROLLO DI QUALITÀ .....	34
2.11.2	TRATTAMENTO DI ZINCATURA .....	34
2.11.3	REALIZZAZIONE DELLE GABBIE E POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE PER C.A. ....	34
2.11.4	TOLLERANZE NEL POSIZIONAMENTO DELLE ARMATURE:.....	35
2.11.5	GIUNZIONI DI BARRE DI ARMATURA .....	35
2.11.6	COPRIFERRO .....	36
2.11.7	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, INGHISAGGI, ECC. ....	36
2.11.8	INSERTI.....	36
2.11.9	BULLONI DI ANCORAGGIO (TIRAFONDI DEI PARABORDI, ECC.) .....	37
2.11.10	INSERTI VARI .....	37
2.11.11	TASSELLI .....	37
<b>2.12</b>	<b>COLLEGAMENTI IN BARRE.....</b>	<b>37</b>
<b>2.13</b>	<b>PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI.....</b>	<b>37</b>
2.13.1	STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO STABILIZZATO .....	37
2.13.2	STRATO DI BASE/COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	40

2.13.3	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....	40
2.13.4	PREPARAZIONE E POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	41
<b>2.14</b>	<b>TUBOLARE METALLICO PER BRICCOLE DI ORMEGGIO PROVVISORIE.....</b>	<b>43</b>
2.14.1	CONDIZIONI DEL SUOLO .....	43
2.14.2	APPROVAZIONI DELLA DIREZIONE DEI LAVORI .....	43
2.14.3	RAPPORTI DI INFISSIONE .....	44
2.14.4	FORNITURA E POSA DEI PALANCOLATI .....	44
<b>2.15</b>	<b>TIRANTI DI ANCORAGGIO A BULBO PROFONDO .....</b>	<b>45</b>
2.15.1	ARMATURA.....	46
2.15.2	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI .....	46
2.15.3	PROVE DI COLLAUDO.....	46
2.15.4	MONITORAGGIO DEGLI ANCORAGGI DI PROGETTO NEL CORSO DELLE PROVE PRELIMINARI.....	47
2.15.5	MONITORAGGIO A LUNGO TERMINE .....	48
<b>2.16</b>	<b>PALI DI CEMENTO ARMATO TRIVELLATI .....</b>	<b>48</b>
2.16.1	PROVE DI VERIFICA DEI PALI .....	49
2.16.2	MODALITÀ ESECUTIVE DELLE PROVE DI VERIFICA .....	49
2.16.3	CONTROLLI DI INTEGRITÀ SUI PALI TRIVELLATI .....	51
<b>2.17</b>	<b>PARABORDI .....</b>	<b>51</b>
<b>2.18</b>	<b>TUBAZIONI E CONDOTTE.....</b>	<b>52</b>
2.18.1	COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN GENERE .....	52
2.18.1.1	MOVIMENTAZIONE DELLE TUBAZIONI.....	52
2.18.1.1.1	Scavo e nicchie.....	52
2.18.1.2	POSA DELLA TUBAZIONE .....	52
2.18.1.2.1	Posa in opera dei tubi .....	52
2.18.2	COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE IN PEAD .....	53
2.18.2.1	NORME DA OSSERVARE .....	53
2.18.2.2	POSA IN OPERA E RINTERRO .....	53
2.18.2.3	GIUNZIONI E COLLEGAMENTI .....	54
2.18.2.4	ANCORAGGI E PROVA DELLE CONDOTTE IN PEAD PER ACQUEDOTTO.....	56
2.18.3	GARANZIE E DOCUMENTAZIONE .....	56
2.18.3.1	GARANZIA DEGLI IMPIANTI.....	56
2.18.3.2	PROVE DELL'IMPIANTO.....	57
2.18.4	DOCUMENTAZIONE.....	57
<b>2.19</b>	<b>SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>57</b>
2.19.1.1	MONITORAGGIO INCLINOMETRICO .....	57
2.19.1.2	MONITORAGGIO DELLE TENSIONI MEDIANTE CELLE DI CARICO .....	59

<b>3</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>60</b>
<b>3.1</b>	<b>NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2</b>	<b>NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA ....</b>	<b>60</b>
<b>3.3</b>	<b>NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO .....</b>	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>CONGLOMERATI E CALCESTRUZZI .....</b>	<b>61</b>
<b>3.5</b>	<b>CASSEFORME E CENTINATURE .....</b>	<b>61</b>
<b>3.6</b>	<b>ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E IN C.A.P. ....</b>	<b>62</b>
<b>3.7</b>	<b>SCAVI FUORI ACQUA .....</b>	<b>62</b>
<b>3.8</b>	<b>RINTERRI E RILEVATI PER PIAZZALI DI BANCHINA .....</b>	<b>62</b>
<b>3.9</b>	<b>PALI TRIVELLATI IN C.A .....</b>	<b>63</b>
<b>3.10</b>	<b>DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO CON TIRANTI .....</b>	<b>63</b>
<b>3.11</b>	<b>RETE DI DRENAGGIO DEI PIAZZALI .....</b>	<b>63</b>
<b>3.12</b>	<b>FONDAZIONI STRADALI .....</b>	<b>63</b>
<b>3.13</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI .....</b>	<b>64</b>

# 1 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI E RELATIVE PRESCRIZIONI

## 1.1 1.1 CONDIZIONI GENERALI DI ACCETTAZIONE

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che il Contraente Generale riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente C.S.A.; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

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

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

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, 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.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal C.S.A., sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente C.S.A. ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico del Contraente Generale.

Per quanto non espresso nel presente C.S.A., relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101, comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e ss.mm.ii. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

## 1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI PER LA FORMAZIONE DEI CALCESTRUZZI

Riferimenti normativi da osservare:

- *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni”*
- *Circolare C.S.LLPP n. 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle “ Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. gennaio 2008”;*
- *UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile*
- *UNI 8981-1 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive*
- *UNI 8981-2 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza ai solfati*
- *UNI 8981-3 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti*
- *UNI 8981-4 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza al gelo e disgelo*
- *UNI 8981-5 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la corrosione delle armature*
- *UNI 8981-6 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare*
- *UNI 8981-8 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice*
- *Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica*
- *Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 – Legge 5/11/1971 n. 1086, art. 7 Collaudo statico*

In particolare, in merito ai requisiti di base per i materiali componenti il calcestruzzo valgono le prescrizioni di seguito riportate.

### 1.2.1 Acqua d'impasto

Riferimento normativo da osservare:

- *UNI EN 1008 - Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di recupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo.*
- *UNI EN ISO 7027 - Qualità dell'acqua - Determinazione della torbidità*

La qualità dell'acqua d'impasto per la produzione del calcestruzzo può influenzare il tempo di presa, lo sviluppo della resistenza del calcestruzzo e la protezione dell'armatura contro la corrosione. L'acqua per gli impasti ed il lavaggio degli inerti dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri e/o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati. Il contenuto d'acqua efficace, da utilizzare nella valutazione del rapporto acqua/cemento dei conglomerati, sarà definito (UNI EN 206) come il contenuto totale di acqua nella miscela depurato dell'acqua di assorbimento degli aggregati, ossia, del quantitativo d'acqua necessario per portare gli aggregati dalla condizione di completo esitamento a quella di s.a.s. (saturo a superficie asciutta) definita come nella Norma UNI EN 1097-6.



L'acqua, a discrezione della Direzione dei Lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

A discrezione della Direzione dei Lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

### 1.2.2 Leganti idraulici

Riferimento normativo da osservare:

- *"Norme per l'accettazione dei leganti idraulici" di cui alla legge 26/5/1965 n° 595 e successive modificazioni e integrazioni.*

In base alla normativa sopracitata, i leganti idraulici si distinguono in cementi (di cui all'art. 1 lettera A, B, C della legge 595/1965) ed agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D ed E della Legge 595/1965).

### 1.2.3 Cementi

Riferimenti normativi da osservare:

- *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";*
- *UNI EN 197-1 – Cemento – composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;*
- *UNI EN 197-2 – Cemento – Valutazione della conformità.*
- *UNI 9156 – Cementi resistenti ai solfati. Classificazioni e composizione.*
- *UNI 9606 – Cementi resistenti al dilavamento della calce. Classificazione e composizione.*
- *UNI 10595:1997 – Cementi resistenti ai solfati e al dilavamento. Determinazione della classe di resistenza. Metodo chimico di prova*

Per i manufatti strutturali potranno essere impiegati unicamente i cementi elencati nella norma UNI 197-1:2007 (Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni) che soddisfino i requisiti di accettazione previsti nella Legge 26/5/1965 n°595, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta. Essendo l'ambiente chimicamente aggressivo, i cementi dovranno offrire resistenza ai solfati e al dilavamento secondo quanto previsto dalle norme UNI 9156, UNI 9606 ed UNI 10595:1997.

Il cemento dovrà provenire da impianti di produzione in grado di garantire continuità e la costanza della qualità della fornitura del tipo di cemento richiesto. I cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati secondo quanto previsto nella Norma UNI ENV 197-1a per quanto applicabile, nel D.M. 126 del 9/3/88. Su richiesta del Direttore dei Lavori l'Impresa dovrà consegnare copia delle bolle di accompagnamento di tutte le singole forniture di cemento approvvigionate all'impianto. I requisiti meccanici, chimici e fisici del cemento dovranno essere controllati dall'Impresa per mezzo di prelievi, in contraddittorio con il fornitore, effettuati dalle autocisterne presso l'impianto di confezionamento, durante qualificazione e in corso d'opera, secondo le modalità e le cadenze prescritte nella tabella seguente e in conformità a quanto previsto al punto 9.3.2. della Norma UNI-ENV 197-1.



#### 1.2.4 Agglomerati cementizi e calci idrauliche

Riferimenti normativi da osservare:

- *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).*
- *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);*
- *UNI EN 197-1 – Cemento – composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;*
- *UNI EN 197-2 – Cemento – Valutazione della conformità.*

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso, in perfetto stato di conservazione. Il cemento da impiegare sarà di tipo pozzolanico (CEM IVA) delle classi normali (R 325) e ad alta resistenza (R 425). Il cemento dovrà corrispondere alle norme vigenti ed in particolare a quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dalle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2. Il cemento in sacchi sarà depositato in magazzini asciutti e protetti, in modo da differenziare ogni spedizione giunta al cantiere. Il cemento sfuso sarà fornito ai silos degli impianti ad una temperatura non superiore a 65°C e si dovrà evitare un lungo periodo di stoccaggio. Il cemento dovrà essere usato nello stesso ordine col quale arriva, per evitare lunghi immagazzinamenti.

#### 1.2.5 Aggregati ordinari per la realizzazione di conglomerati cementizi

Riferimenti normativi da osservare:

- *UNI EN 12620 – Aggregati per calcestruzzo;*
- *UNI 8520-1 – Aggregati per calcestruzzo – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 – Parte 1: Designazione e criteri di conformità;*
- *UNI 8520-2 – Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 – Requisiti;*
- *UNI 8520-8 – Aggregati per confezione di calcestruzzi - Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.*
- *UNI 8520-22 – Aggregati per confezioni di calcestruzzi - Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali;*
- *UNI EN 13242 – Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade;*

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere esclusivamente impiegati gli aggregati della categoria A di cui alla norma UNI 8520 parte 2°, aventi caratteristiche nei limiti di accettazione previsti nella Norma medesima. Gli aggregati da utilizzare nel confezionamento dei calcestruzzi dovranno essere dotati di marchio CE ai sensi della norma UNI EN 12620 e nel rispetto dei limiti previsti dalla UNI 8520-2 per un aggregato di Categoria A. In particolare dovrà essere certificata la rispondenza a tutte le prescrizioni relative alle caratteristiche fondamentali (prospetto 1 della UNI 8520-2). Inoltre, dovrà essere certificata la corrispondenza degli aggregati da utilizzare alle seguenti caratteristiche aggiuntive (prospetto 2 della UNI 8520-2):

- potenziale reattività degli alcali;
- contenuto di contaminanti leggeri;
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo, ovvero, degradabilità mediante soluzione solfatica;
- resistenza alla frammentazione.

#### 1.2.6 Additivi

Riferimenti normativi da osservare:

- *UNI EN 480-8 – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - additivi per calcestruzzo - metodi di prova*
- *UNI EN 480-10 – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - additivi per calcestruzzo*

- *UNI 10765:1999 – Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e criteri di conformità*
- *UNI EN 934-2:2009 – Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura*
- *UNI 7119 – Determinazione del cloro*
- *UNI 7120 – Determinazione dei tempi di inizio e fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo*

L'impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione. L'impresa dovrà impiegare additivi dotati di marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 934-2 :2009. Le caratteristiche degli additivi dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione dei Lavori la prova della loro compatibilità.

In ogni caso l'Impresa deve presentare uno studio da cui risultino le ragioni dell'uso, il fine cui si tende, il tipo di additivo da impiegare, le sue proprietà caratteristiche ed i risultati di prove sperimentali eseguite secondo le norme vigenti, con particolare riferimento agli effetti dell'uso dell'additivo medesimo sulla resistenza e durabilità del conglomerato.

### 1.3 ACCIAI

Riferimenti normativi da osservare:

- *Circolare Min. LL.PP. 16 luglio 1992, n. 36105 - Legge 5/11/1971 n. 1086 - D.M.14/2/1992 - Acciai per cemento armato e da carpenteria.*
- *UNI EN 10225 – Acciai strutturali saldabili destinati alla costruzione di strutture fisse in mare – Condizioni tecniche di fornitura*
- *UNI 572 – Viti a testa esagonale larga ad alta resistenza per carpenteria. Filettatura metrica ISO a passo grosso*
- *UNI 10219-1 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate Condizioni tecniche di fornitura*
- *UNI 10219-2 – Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo*
- *UNI 5397 – Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze*
- *UNI 5398 – Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze*
- *UNI 6762 – Profilati di acciaio laminati a caldo. Profilati a L a spigoli vivi e lati disuguali. Dimensioni e tolleranze*
- *UNI 10163-1 – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 1: Requisiti generali*
- *UNI 10163-2 – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 2: Lamiera e larghi piatti*
- *UNI 10163-3 – Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo - Parte 3: Profilati*
- *UNI EN 10137-3 – Lamiera e larghi piatti di acciai ad alto limite di snervamento bonificati o induriti per precipitazione, per impieghi strutturali. Condizioni di fornitura degli acciai induriti per precipitazione*
- *UNI EN 10025 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1,2,3,4,5*
- *UNI EN 10088-1 – Acciai inossidabili - Parte 1: Lista degli acciai inossidabili*

- *UNI EN 10088-2 – Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali*
- *UNI EN 10088-3 – Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali*
- *UNI EN 10137-3 – Lamiere e larghi piatti di acciai ad alto limite di snervamento bonificati o induriti per precipitazione, per impieghi strutturali. Condizioni di fornitura degli acciai induriti per precipitazione*
- *UNI EN 10255 – Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura*
- *UNI EN 10025-1:2005 – Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;*

### 1.3.1 Prescrizioni Comuni a tutte le Tipologie di Acciaio

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

### 1.3.2 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

### 1.3.3 Le forme di controllo obbligatorie

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, per tutti gli acciai, prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

### 1.3.4 La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;

- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione. Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte della Direzione dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### **1.3.5 Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio**

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

### **1.3.6 Conservazione della documentazione d'accompagnamento**

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

### **1.3.7 Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche**

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Ove i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e la Direzione dei Lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato è la Direzione dei Lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

### **1.3.8 Forniture e documentazione di accompagnamento: Attestato di Qualificazione**

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1.5).

L'Attestato di Qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### **1.3.9 Centri di trasformazione**

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiera o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### **1.3.10 Rintracciabilità dei prodotti**

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata.



Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

## 1.4 SABBIE

Riferimenti normativi da osservare:

- *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);*
- *fascicolo 4/1953, edito dal CNR - Commissione studi dei materiali stradali - "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" e successivi aggiornamenti*
- *UNI 2332-1 – Vagli di controllo. Stacci di controllo e relativi fondi e coperchi. Dimensioni e tolleranze*

Le sabbie dovranno essere composte da elementi silicei, di forma angolare e di grandezze assortite, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Inoltre, dovranno essere ruvide al tatto, esenti da salsedine, scevre da sostanze terrose, materie organiche o altre materie nocive ed eterogenee. Le sabbie che contenessero cloruri e/o materie terrose, argillose, limacciose, pulverulente, friabili, eterogenee, ecc. saranno rifiutate dalla D.L. Ove ritenuto necessario dalla D.L., la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%. La qualità delle sabbie e la quantità di materie organiche in esse contenute verranno controllate, per l'accettazione, con le modalità prescritte dalle norme di cui all'Allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968. La D.L. si riserva la facoltà di sottoporre la sabbia ad una o più prove per la ricerca delle impurità limose, argillose e dei cloruri che fossero in essa contenute. L'Impresa dovrà mettere a disposizione della Direzione dei Lavori i vagli di controllo (stacci) di cui alla norma UNI 2332-1. La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2, UNI 2332-1. La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi dovrà corrispondere alle condizioni di accettazione previste nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti. In particolare, la sabbia utilizzata per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto nell'All. 1 del D.M. 3 giugno 1968 e dall'All. 1 p.to 1.2. D.M. 9 gennaio 1996. La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

## 1.5 LEGNAMI

Riferimenti normativi da osservare:

- *D.M. 30 Ottobre 1912*
- *UNI 3252:1987 - Legno. Condizioni generali per prove fisiche e meccaniche.*
- *UNI 4143:1958 - Prove sul legno. Prova di spacco in direzione assiale.*

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno essere sempre ben stagionati ed asciutti, a fibra dritta, sana, senza fenditure, tarli o altri difetti, e comunque conformi a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle norme UNI vigenti sulle prove di accettazione (UNI 3252~3266 e UNI 4143+4147); saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto

dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

## 1.6 GHIAIA, PIETRISCO

Le ghiaie dovranno essere costituite da elementi omogenei, inalterabili all'aria, all'acqua e gelo, pulitissimi ed esenti da materie terrose, argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte, non gessose e marnose ad alta resistenza a compressione.

I pietrischi dovranno provenire dalla frantumazione di rocce silicee, quarzose, granitiche o calcaree e dovranno essere a spigoli vivi, esenti da materie terrose, argillose e limacciose.

Le ghiaie ed i pietrischi da impiegare nei conglomerati cementizi dovranno avere i requisiti prescritti nell'Allegato 1, punto 2 del D.M 27 luglio 1985.

La ghiaia ed il pietrisco dovranno avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro dell'armatura precisando che la dimensione massima degli elementi stessi dovrà essere tale da non superare il 60% - 70% dell'interferro ed il 25% della dimensione minima della struttura.

La curva granulometrica degli aggregati per i conglomerati, contenuta all'interno del fuso indicato dalla Direzione dei Lavori, sarà proposta dall'Impresa in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi.

L'Impresa dovrà garantire per ogni lavoro la costanza delle caratteristiche granulometriche.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante, e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente, o gelide o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, alla abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di Enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati di cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoli o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle ricerche. Rispetto ai crivelli U.N.I. 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 U.N.I. e trattenuti dal crivello 25 U.N.I. i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 U.N.I. e trattenuti dal crivello 10 U.N.I. le graniglie quelle passanti dal crivello 10 U.N.I. e trattenute dallo staccio 2 U.N.I. 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm se ordinato, per la costruzione di massicciate cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;



- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni, e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Stazione Appaltante per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

## 1.7 TERRENI PER SOVRASTRUTTURE IN MATERIALI STABILIZZATI

I terreni per soprastrutture in materiali stabilizzati debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenza fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori si potrà fare riferimento alle seguenti caratteristiche (Highway Research Board):

- 1) strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm, ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M e dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M;
- 2) strati inferiori (fondazione): tipo miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm; ed essere almeno passante per il 50% al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40, dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
- 3) negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
- 4) strato superiore della sovrastruttura tipo miscela sabbia-argilla valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
- 5) strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40, dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
- 6) negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4 il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre, è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (California Bearing Ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di

massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione, e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg dovrà risultare per gli strati inferiori, non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70.

Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori al 0,5 per cento.

## 1.8 MATERIALI PER RILEVATI E RINFIANCHI

I riempimenti a tergo della banchina sino alla quota di base dello strato di fondazione della pavimentazione, o in generale per la realizzazione di rilevati, devono essere eseguiti con materiali rispondenti alle caratteristiche di cui agli articoli precedenti e provenienti da scavi, dragaggi, demolizioni e/o da cave idonee e/o da impianti di recuperi idonei previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, a seconda delle indicazioni progettuali.

## 1.9 OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE

Fermo restando quanto prescrivono gli altri articoli di questo Disciplinare circa la provenienza dei materiali resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti la ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Impresa, rimanendo l'Amministrazione sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Impresa potesse incontrare a tale riguardo; nel progetto definitivo, essa dovrà indicare le cave regolarmente autorizzate di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava - come pesatura del materiale, trasporto al sito di imbarco, costruzione di scali di imbarco, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero degli operai o del personale di sorveglianza dell'Amministrazione e quanto altro occorrente - sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quelle mineraria e di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria possa verificarsi in dipendenza dei lavori di cava o accessori.

## 1.10 BITUMI, EMULSIONI BITUMINOSE, CATRAMI, POLVERI ASFALTICHE, OLII MINERALI

I bitumi devono essere conformi alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" di cui al fascicolo n.2 del C.N.R., ultima edizione. Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200, B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100, B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40, per asfalto colato il tipo B 20/30.

I bitumi liquidi devono essere conformi alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per casi stradali" di cui al fascicolo n.7 del C.N.R., ultima edizione. Per trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/130 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.

Le emulsioni bituminose devono essere conformi alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo n.3 del C.N.R., ultima edizione.

I catrami devono essere conformi alle "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" di cui al fascicolo n.1 del C.N.R., ultima edizione. Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125, C 125/500.

La polvere asfaltica deve essere conforme alle "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali" di cui al fascicolo n.6 del C.N.R., ultima edizione.

Gli olii minerali da impiegarsi nei trattamenti in polvere di roccia asfaltica a freddo, sia di prima che di seconda mano, potranno provenire:

- da rocce asfaltiche o scisto-bituminose;
- da catrame;
- da grezzi di petrolio;
- da opportune miscele dei prodotti suindicati.

Gli olii avranno caratteristiche diverse a seconda che dovranno essere impiegati con polvere di roccia asfaltica di provenienza abruzzese o siciliana ed a seconda della stagione in cui i lavori verranno eseguiti. Se d'inverno, si ricorrerà al tipo di cui alla lett. A; se d'estate al tipo di cui alla lett. B.

Caratteristiche di olii da impiegarsi con polveri di roccia di provenienza abruzzese.

CARATTERISTICHE	TIPO A (invernale)	TIPO B (estivo)
Viscosità Engler a 25 °C	3/6	4/8
Acqua	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 200 °C	max 10% (in peso)	max 5% (in peso)
Residuo a 330 °C	min 25% (in peso)	min 30% (in peso)
Punto di rammollimento del residuo (palla e anello)	30/45	35/50
Contenuti in fenoli	max 4%	max 4%

Caratteristiche di olii da impiegarsi con polveri di roccia asfaltica di provenienza siciliana.

CARATTERISTICHE	TIPO A (invernale)	TIPO B (estivo)
Viscosità Engler a 25 °C	max 10	max 15
Acqua	max 0,5%	max 0,5%
Distillato fino a 200 °C	max 10% (in peso)	max 5% (in peso)
Residuo a 330 °C	min 45%	min 50%
Punto di rammollimento del residuo (palla e anello)	55/70	55/70
Contenuti in fenoli	max 4%	max 4%

Tutti i tipi suindicati potranno, in caso di necessità, essere riscaldati ad una temperatura non eccedente i 60 °C.

## 1.11 GEOGRIGLIA DI RINFORZO

Geogriglia strutturale di rinforzo biorientata, costituita da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture circa rettangolari che individuano fili longitudinali e trasversali. Le giunzioni tra i due ordini di fili dovranno essere parte integrante della struttura della geogriglia e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili, al fine di garantire la capacità di assorbimento delle forze e di confinamento del terreno.

La geogriglia dovrà essere chimicamente inerte, completamente imputrescibile, insensibile agli agenti atmosferici e all'acqua salmastra, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzata ai raggi UV.

Le caratteristiche prestazionali delle geogriglie, conformi alle prescrizioni contenute negli elaborati di progetto, dovranno essere confermate con una dichiarazione di conformità, redatta dal produttore ed all'occorrenza accompagnata dalle relative prove di laboratorio, rilasciata su richiesta della Direzione dei lavori a prescindere dalla quantità di materiale consegnato.

Le norme di riferimento sono le seguenti:

- *UNI EN ISO 9864:2005 Geosintetici - Determinazione della massa areica di geotessili e prodotti affini;*

- *UNI EN ISO 10319:2015 Geosintetici - Prova di trazione a banda larga;*
- *UNI EN ISO 10320:2019: Geosintetici - Identificazione in sito.*

Le geogriglie dovranno essere marcate CE in conformità alle norme EN 13249, 13250, 13251, 13253, 13254, 13255, 13257 e 13265. Il Sistema Qualità del Produttore dovrà essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2015.

Il materiale, reso in cantiere in bobine di larghezza non inferiore ai 4,00 m, dovrà essere movimentato con muletto o escavatore facendo attenzione a non danneggiare la struttura. Il materiale dovrà essere conservato in luogo asciutto e ben ventilato protetto dall'esposizione ai raggi solari e per nessun motivo dovrà essere stoccato in prossimità di materiali infiammabili e fonti di calore. Una volta installato dovrà necessariamente essere ricoperto con il materiale da rilevato entro 4 mesi.

Il piano di posa dovrà essere preliminarmente regolarizzato asportando eventuali radici, sassi o detriti che possono trovarsi sul luogo e opportunamente rullato e compattato.

Le geogriglie andranno stese alla quota di progetto ed eventualmente fissate con ferri sagomati ad "U" al fine di poter srotolare la bobina nella direzione in cui si sviluppa il rilevato. L'estremità terminale del rotolo dovrà poi essere tesa e fissata anch'essa per evitare che la geogriglia si allenti e si abbiano delle ondulazioni. Le eventuali sovrapposizioni tra rotoli adiacenti andranno effettuate nella direzione di stesa del riempimento. Affinché le sovrapposizioni siano mantenute durante le operazioni di riempimento, è possibile prevedere la posa di piccoli cumuli di terreno lungo la sovrapposizione, ovvero la legatura delle geogriglie mediante fascette strozzacavo in plastica.

Al fine di evitare danneggiamenti che ridurrebbero le caratteristiche meccaniche delle geogriglie è vietato il transito di veicoli non gommati direttamente sulla geogriglia fino alla stesa sulla stessa del materiale da rilevato.

Il primo strato del terreno soprastante andrà compattato utilizzando solo attrezzatura molto leggera.

Se necessario si potrà prevedere di risvoltare la geogriglia alle estremità esterne per incrementare le prestazioni.

## 1.12 TUBAZIONI IN GENERE

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale

### 1.12.1 Accettazione delle tubazioni - Marcatura

Nei riguardi delle pressioni e dei carichi applicati staticamente devono essere garantiti i requisiti limiti indicati nelle due tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985: tabella I, per tubi di adduzione in pressione (acquedotti) e II, per le fognature.

Tutti i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno giungere in cantiere dotati di marcature indicanti la ditta costruttrice, il diametro nominale, la pressione nominale (o la classe d'impiego) e possibilmente l'anno di fabbricazione; le singole paratie della fornitura dovranno avere una documentazione dei risultati delle prove eseguite in stabilimento caratterizzanti i materiali ed i tubi forniti.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni del presente C.S.A. e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, comunque, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### 1.12.2 Rivestimento interno

Il rivestimento interno delle tubazioni non deve contenere alcun elemento solubile in acqua né alcun prodotto che possa dare sapore od odore all'acqua dopo un opportuno lavaggio della condotta.

Per le condotte di acqua potabile il rivestimento interno non deve contenere elementi tossici.

### 1.12.3 Tubazioni in pvc rigido non plastificato

Le tubazioni in PVC (cloruro di polivinile) rigido non plastificato devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme vigenti, dalla norma UNI EN ISO 1452, UNI EN 1401 ed alle Raccomandazioni I.I.P..

I tubi in PVC sono fabbricati con cloruro di polivinile esente da plastificanti e cariche inerti, non colorato artificialmente e miscelato - a scelta del fabbricante, purché il manufatto ottenuto risponda ai requisiti stabiliti dalle Norme vigenti - con opportuni stabilizzanti e additivi nelle quantità necessarie.

I raccordi e i pezzi speciali in PVC per acquedotti e per fognature dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite rispettivamente dalle norme UNI EN ISO 1452-3 o UNI 1401-1.

Tutti i prodotti e/o materiali impiegati, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### 1.12.4 Tubazioni in pead

Le tubazioni in Polietilene ad alta densità dovranno essere in PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 10 MPa, destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2013.

I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

I tubi in PEAD ed i relativi raccordi in materiali termoplastici devono essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. che ne assicura la rispondenza alle Norme UNI, limitatamente alle dimensioni previste dalle norme stesse.

I raccordi ed i pezzi speciali devono rispondere alle stesse caratteristiche chimico-fisiche dei tubi; possono essere prodotti per stampaggio o ricavati direttamente da tubo diritto mediante opportuni tagli, sagomature ed operazioni a caldo (piegatura, saldature di testa o con apporto di materiale, ecc.). In ogni caso tali operazioni devono essere sempre eseguite da personale specializzato e con idonea attrezzatura presso l'officina del fornitore. Per le figure e le dimensioni non previste dalle norme UNI o UNIPLAST si possono usare raccordi e pezzi speciali di altri materiali purché siano idonei allo scopo.

## 1.13 MATERIALI DIVERSI

Ogni materiale occorrente, che non fosse tra quelli indicati nei precedenti articoli, dovrà essere sempre della migliore qualità e non essere adoperato se non sia stato riconosciuto idoneo dalla Stazione Appaltante.

## 2 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI

### 2.1 LIVELLO MEDIO DEL MARE

Le quote indicate nel presente C.S.A. e negli elaborati progettuali si intendono riferite al livello medio mare.

Il riferimento altimetrico è rappresentato dai seguenti capisaldi:

- caposaldo ARPA 000630 (denominazione IGM 0016#\_D01\_012#), Faro di Molo Dalmazia – Marina di Ravenna;
- caposaldo ARPA 000620 (denominazione IGM 0016#\_###\_048P), Chiesa di Santa Maria in Porto – Ravenna;
- caposaldo IGM95 89702, Ravenna (Ponte sui Fiumi Uniti);
- caposaldo IGM95 89708, Cà Bosco - S.P. 1 (Ponte Canale Cerba);
- caposaldo Rete Mareografica Nazionale – ISPRA CS RMN2, materializzato esternamente alla cabina mareografica, lato est, quotato +1,4909 sul l.m.m..

Il Contraente Generale riporterà e fisserà la quota riferita al livello medio mare sopra capisaldi stabiliti in contiguità delle opere ed è tenuto altresì al controllo frequente dei capisaldi stessi.

Il Contraente Generale è anche tenuto ad eseguire immediatamente dopo la consegna dei lavori una campagna di misure al fine di stabilire il dislivello fra il livello medio marino effettivo e quello convenzionale, da eseguirsi con opportuno apparecchio registratore in continuo. I risultati di tali misure verranno tempestivamente comunicate alla Stazione Appaltante

### 2.2 TRACCIAMENTO DELLE OPERE E SEGNALAZIONI

Il tracciamento delle opere è eseguito dal Contraente Generale, per mezzo di tecnici topografi competenti, e verificato dalla D.L. Per tali verifiche, come per ogni altro rilievo che la D.L. giudichi utile nell'interesse dell'Affidamento, il Contraente Generale è tenuto a fornire, ad ogni richiesta ed a sue spese, il materiale necessario all'esecuzione per le opere fisse come strumenti geodetici, misure metriche, segnali diurni e notturni ed ogni accessorio che possa servire; è inoltre tenuto a fornire le imbarcazioni ed il personale di ogni categoria idoneo per l'esecuzione di simili operazioni.

Il Contraente Generale deve quotare con livellazione di precisione via terra, a propria cura e spese, più capisaldi da stabilirsi, in contiguità alle opere, da parte della D. L., al fine di rendere spedito e certo il rilevamento delle quote prima, durante e dopo l'esecuzione, ed è tenuto altresì al controllo frequente, al mantenimento ed all'eventuale ripristino dei capisaldi stessi.

Sarà onere del Contraente Generale provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e del tracciamento e picchettazione delle aree interessate dalle opere da eseguire.

Il Contraente Generale è tenuto ad eseguire, subito dopo la consegna dei lavori, tutti i rilievi e gli accertamenti necessari a verificare i rilievi topografici alla base degli elaborati di progetto, la presenza di sottoservizi interferenti nonché la corrispondenza fra le dimensioni effettive e quelle di progetto con eventuale aggiornamento e/o integrazione degli elaborati di progetto. E' altresì onere del Contraente Generale, senza che da ciò possa trarre pretesa di ulteriori compensi, l'effettuazione di analoghi rilievi a seguito di lavorazioni previste da progetto quali riempimenti, formazione di rilevati, ecc.

Il Contraente Generale dovrà verificare inoltre:

- lo stato di consistenza degli eventuali immobili prospicienti le zone d'intervento mediante sopralluoghi, rilievi grafici e fotografici; a tale scopo il Contraente Generale, prima dell'inizio dei lavori, dovrà far redigere da un tecnico abilitato un'apposita relazione;
- l'andamento planoaltimetrico dei sottoservizi presenti nell'area d'intervento mediante saggi esplorativi da concordare con gli enti interessati.



Tutti i rilievi eseguiti dal Contraente Generale, riferiti al datum di restituzione, dovranno essere messi a disposizione della Stazione Appaltante a titolo gratuito nei seguenti formati:

- file dei punti di rilievo (in formato DXF e/o TXT);
- rilievo (file e cartaceo), sia in formato DWG sia stampato in scala adeguata e con specifiche di restituzione (relative a curve di livello, magliatura, colori, ecc.) da concordare con la Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale dovrà inoltre fornire all'Autorità di Sistema Portuale, su richiesta, i dati grezzi in formato nativo, così come registrati durante le fasi di acquisizione. Tutto il materiale, salvo le stampe cartacee, dovrà essere consegnato su supporto informatico (DVD) o inviato tramite e-mail.

Il Contraente Generale ha inoltre l'obbligo di provvedere, durante la durata dei lavori, alle segnalazioni per la sicurezza della navigazione secondo i regolamenti vigenti ed anche quanto viene prescritto dalle competenti Autorità Marittime e dalla D. L. Tutte le volte che, per le correnti e per altra causa, i segnali messi in sito vengono rimossi, il Contraente Generale ha l'obbligo di ripristinarli immediatamente a propria cura e spese.

Il Contraente Generale è unicamente responsabile della conservazione e manutenzione dei segnali sulla loro giusta posizione e delle conseguenze che possono derivare da ogni loro spostamento che avvenga per qualsiasi causa, anche di forza maggiore.

In particolare, il Contraente Generale sarà completamente responsabile del versamento dei materiali di riempimento e di ogni opera che fosse eseguita al di fuori degli allineamenti senza poter invocare a suo discarico la circostanza di un eventuale spostamento dei segnali, od altra causa.

Il materiale che risultasse fuori degli allineamenti non sarà contabilizzato ma, se richiesto dalla Stazione Appaltante, dovrà essere rimosso o salpato a totale carico del Contraente Generale.

I rilievi previsti dal presente articolo potranno essere svolti, a discrezione del Contraente Generale, con sistemi di rilevamento satellitare.

### 2.3 SCAVI IN GENERE

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni e le procedure di progetto nonché secondo le particolari prescrizioni impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere il Contraente Generale dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

Durante l'esecuzione degli scavi, anche di scotico per le profondità indicate nei relativi elaborati di progetto, il Contraente Generale deve provvedere a sua cura e spese e con qualsiasi mezzo allo smaltimento delle acque, deve aggotare tutte le acque che vi affluiscono, al caso installando e tenendo in esercizio idonee stazioni di pompaggio, sia per le acque meteoriche che per le acque della falda freatica.

Nessun compenso potrà essere corrisposto al Contraente Generale per frane, smottamenti, erosioni e danni in genere, prodotte ai cavi ed alle tubazioni dalle piogge anche se di straordinaria entità.

Dove, in particolare, il terreno nel quale saranno effettuati gli scavi fosse interessato dalla falda freatica con quote superiori a quelle di fondo scavo, il Contraente Generale dovrà installare, a sua cura e spese e previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, idonei impianti di abbassamento della falda (tipo well-point o similari), nonché adottare tutti gli accorgimenti e le precauzioni necessari per consentire l'esecuzione e il mantenimento all'asciutto degli scavi, senza che da ciò possa trarre pretese per compensi aggiuntivi

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche, ovvero su aree che il Contraente Generale dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, il loro utilizzo e/o deposito temporaneo avverrà nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. e del D.P.R. n. 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi



dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164". In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di intralcio o danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie. La Stazione Appaltante potrà far asportare, a spese del Contraente Generale, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Resta fissato che gli scavi in genere terminano alla quota di -1,00 m sul livello medio marino e a detta quota hanno inizio gli scavi subacquei.

Nell'esecuzione degli scavi vicini a palificate e/o scogliere e/o a banchine e/o a qualsiasi altra struttura e/o opera il Contraente Generale dovrà adottare tutte le precauzioni e gli accorgimenti necessari per garantire la stabilità e l'integrità delle suddette strutture. Qualsiasi danno a strutture e/o opere dovrà essere riparato dal Contraente Generale a sue cure e spese.

Laddove non possa essere esclusa l'ipotesi della presenza di ordigni bellici inesplosi, il Contraente Generale ha l'obbligo di procedere all'esecuzione degli scavi solo previa specifica indagine e, comunque, ad operare con le dovute cautele, fermandosi in caso di reperimento di ordigni e procedendo, poi, al loro recupero ed al brillamento da parte degli organi preposti, assumendosi ogni responsabilità nei riguardi del personale e dei mezzi d'opera nonché di terzi in genere. Il corrispettivo delle eventuali attività di ricognizione di ordigni bellici sarà contabilizzato a misura, previa verifica in contraddittorio con la Direzione dei Lavori di quanto effettivamente svolto, sulla base dei relativi nuovi prezzi che verranno concordati; il maggior onere conseguente ad eventuali ritardi connessi a dette attività non sarà invece riconosciuto al Contraente Generale.

## 2.4 SCAVI DI SBANCAMENTO

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno; rientrano nella categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti non soltanto quelli necessari per la formazione del corpo stradale e quelli cosiddetti di splatemento, ma anche quelli per allargamenti di trincee, tagli di scarpate di rilevati per sostituirvi opere di sostegno, scavi per incassature di opere d'arte eseguiti superiormente al piano campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo), e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, ecc.

Se lo scavo dovesse risultare aperto su di un lato e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano i caratteri sopra accennati, ed anche tutti i tagli a sezione larga che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni potranno, tuttavia, consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, di caricamento e di trasporto.

## 2.5 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Per scavi a sezione obbligata in generale si intendono quelli incassati a sezione ristretta necessari per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Quali che siano 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, tenendo nel debito conto le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione emanate con il D.M 11 marzo 1988 e le Istruzioni applicative alle norme tecniche per terreni, opere di sostegno e fondazioni emanate con circolare LL.PP. n. 30483 del 24 settembre 1988. Le profondità che si trovano indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare al Contraente Generale motivo alcuno di fare eccezioni e/o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, con i prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato al Contraente Generale, sotto pena di demolire il già fatto, di dare inizio all'esecuzione delle opere prima che la Stazione Appaltante abbia verificato ed accettato i piani di scavo.

I piani di lavoro dovranno essere generalmente orizzontali.

Eseguite le strutture di contenimento, lo scavo che si fosse dovuto fare in più nell'intorno delle medesime per l'esecuzione di pareti a scarpa o a sezione più larga, di personale convenienza del Contraente Generale, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese del medesimo Contraente Generale, con materiale adatto, sino al piano del terreno naturale primitivo, ripristinando, altresì, le eventuali maggiori pavimentazioni divelte.

L'Affidatario è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di puntellature e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Stazione Appaltante

## 2.6 DEMOLIZIONI

Le demolizioni fuori acqua di murature, calcestruzzi, ecc., sia in rottura che parziali o 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. Rimane pertanto vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e sollevare polvere, pertanto sia le murature che i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati. L'Impresa, 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 tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante.

Durante le demolizioni il Contraente Generale dovrà prendere ogni precauzione e provvedimento volto ad evitare che i materiali di risulta delle demolizioni cadano in acqua. In caso contrario il Contraente Generale è tenuto, a sua cura e spese, a provvedere al salpamento del materiale caduto in acqua senza che per questo possa pretendere alcun compenso. 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, saranno pure a cura e a spese del Contraente Generale, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite.

Per ogni manufatto da demolire la D.L. fisserà all'Impresa la sezione tipo di demolizione che potrà essere eseguita in una o più fasi successive, secondo i casi e le disposizioni che è facoltà insindacabile della D.L. di adottare all'atto esecutivo, senza che l'Impresa possa comunque avanzare eccezioni o riserve.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro assestamento e per evitarne la dispersione. I materiali di risulta delle demolizioni e rimozioni in genere, nei limiti ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere, con carattere di priorità, portati a riempimento della zona di rinterro indicata nei disegni di progetto, e spianati alle quote prestabilite. La parte di materiale non ritenuta idonea o eccedente la quantità necessaria sarà portata a cura e spese dell'Impresa alle discariche che l'Impresa stessa avrà cura di provvedersi.

Le demolizioni delle strutture in acqua saranno eseguite con quei mezzi che l'Impresa ritiene più idonei. Per le demolizioni sia fuori acqua che in acqua è consentito l'impiego di cariche esplosive micro ritardate solo su esplicita autorizzazione da parte della DD.LL.. Per tutte le demolizioni o scavi l'Impresa ha l'onere, già valutato nei prezzi di elenco, di far eseguire il preventivo sminamento fino alla quota necessaria, esibendo alla D.L. il relativo certificato di garanzia prima di porre mano alla demolizione o agli scavi stessi.

In relazione ai sopraddetti oneri gli scavi potranno anche essere eseguiti per le altezze parziali stabilite dalle profondità di sensibilità consentire dagli apparecchi di rilevamento di ordigni esplosivi. Ogni qualsiasi responsabilità ricade comunque sull'Impresa.

Tutte le demolizioni e gli scavi dovranno comunque attuarsi con l'osservanza delle norme cautelative che saranno impartite sia dalle Autorità competenti sia che da quelle Marittime.

I mezzi d'opera sia terrestri che marittimi che verranno utilizzati dall'Impresa per l'esecuzione delle demolizioni e rimozioni, non dovranno in nessun caso limitare l'operatività portuale.

L'eventuale ormeggio di draghe e/o di altri mezzi effossori lungo le banchine esistenti dovrà essere concordato con l'Autorità di Sistema Portuale e dovrà tener conto delle necessità operative del porto.

Resta fissato che le demolizioni in genere terminano alla quota di 0.00 m sul livello medio marino e a detta quota hanno inizio le demolizioni subacquee.

## 2.7 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE E SALPAMENTO

Ai sensi del comma 3 dell'art. 36 del Capitolato Generale di Appalto, è ammessa la cessione al Contraente Generale di parte o di tutti i materiali provenienti dalle demolizioni e salpamenti, che potranno essere riutilizzati nell'ambito dei lavori stessi o per una diversa finalità comunque consentita dalle leggi.

In ogni caso, il prezzo contrattuale dovrà essere convenientemente ridotto per tenere conto sia del mancato trasporto a rifiuto, che del prezzo convenzionalmente attribuito ai materiali medesimi

## 2.8 SCARIFICAZIONE DI SOLETTE IN C.A. E PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

Le scarificazioni delle solette in c.a. consistono nella demolizione meccanica del copriferro e di parte del calcestruzzo sottostante il ferro, in modo da ottenere incassi nell'ordine minimo di 5 cm di spessore ed, al contempo, mettere a nudo le armature esistenti. Le operazioni possono essere eseguite con l'ausilio di martello pneumatico manuale o meccanico, a seconda delle dimensioni dell'area da scarificare e della tenacità del copriferro e comunque con macchina operatrice "scarificatrice di cemento". La superficie scarificata dovrà essere successivamente pulita ed i ferri dovranno essere assoggettati a spazzolatura o, in alternativa, a sabbatura. Nel caso in cui alcuni elementi o spezzoni di armatura dovessero risultare danneggiati dalle attività di scarificazione o affetti da eccessiva corrosione, dovrà predisporre a cura e spese del Contraente Generale la loro sostituzione o, in alternativa dove possibile, la loro protezione con prodotti protettivi antiossidanti di idonea qualità.

La scarificazione non deve provocare l'apertura di fessure o danni alle parti di calcestruzzo limitrofe all'area di intervento

## 2.9 OPERE IN CEMENTO ARMATO

Riferimenti normativi da osservare:

- *"Linee guida sul calcestruzzo strutturale" della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici voto n. 316 del 19/11/96*
- *UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile*
- *UNI 8981-1 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive*
- *UNI 8981-2 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza ai solfati*
- *UNI 8981-3 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza alle acque dilavanti*
- *UNI 8981-4 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza al gelo e disgelo*
- *UNI 8981-5 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la corrosione delle armature*
- *UNI 8981-6 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza all'acqua di mare*

- *UNI 8981-7 – Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo*
- *UNI 8981-8 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la reazione alcali-silice*
- *Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica*
- *Circolare Min. LL.PP. 31 luglio 1979, n. 19581 – Legge 5/11/1971 n. 1086, art. 7 Collaudo statico*

Per la confezione dei calcestruzzi si fa riferimento al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed alla Circolare MITn. 617 del 02/02/2009 Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni”. Si fa inoltre riferimento alla normativa UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile alla norma UNI 8981/87, Parti 1÷8, che riguardano la durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo, in particolare in ambiente marino. Oltre alla osservanza delle predette disposizioni e di ogni altra che in proposito dovesse essere emanata a modifica e/o integrazione di quanto indicato nel citato D.M. l’Impresa dovrà attenersi alle specifiche normative via via richiamate nel presente articolo relativamente all’accettazione degli inerti, del cemento e degli acciai, al prelievo dei campioni, alla esecuzione delle prove sugli stessi, ecc

### **2.9.1 Qualifica dei calcestruzzi e classe resistenza**

L’Impresa è tenuta all’osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” nonché delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008. L’Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck (UNI EN 206);
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell’aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi (UNI EN 206);
- resistenza a trazione per flessione secondo la norma UNI EN 12390-5:2009;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d’aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (USO DIS 7032);
- tempi di presa (UNI 7123)

Dovrà a suo carico e onere qualificare in laboratorio i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell’inizio dei lavori. A tale scopo l’Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design) su ciascuna miscela di cui sia previsto l’impiego. Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all’impianto di produzione.

L’Impresa presenterà alla Direzione dei Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l’impiego. Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l’impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta);
- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali. La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela. La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- la resistenza caratteristica misurata sul calcestruzzo all'impianto di produzione risulti superiore a quella prevista per la miscela in prova;
- il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI EN 1008, non superiori di 0.04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

Nel caso sia previsto il pompaggio delle miscele, gli impasti prodotti dovranno possedere idonee proprietà reologiche, di modo che il getto avvenga mantenendo il valore prestabilito del rapporto a/c. L'approvazione delle miscele da parte della Direzione dei Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento. Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate. Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

### **Classe di resistenza**

Riferimenti normativi da osservare:

- *UNI EN 12350-1:2009 – Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento*
- *UNI EN 12390-2:2009 – Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza*
- *UNI EN 12390-1:2002 – Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme*
- *UNI EN 12390-3:2009 Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini*
- *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"*



- Circolare LLPP n.617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

La classe di resistenza del calcestruzzo è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150 mm di lato ( $R_{ck}$ ) o cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm ( $f_{ck}$ ). Per la determinazione della resistenza a compressione si farà riferimento alle Norme UNI EN 12350-1:2009 UNI EN 12390-2:2009, UNI EN 12390-1:2002, UNI EN 12390-3:2009 ed alle prescrizioni del Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare LLPP n.617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Le resistenze caratteristiche dei calcestruzzi armati e precompressi non devono essere inferiori a quelle previste dalla Legge n°1086/1971 ed essere corrispondenti a quelle indicate dal progettista negli elaborati progettuali. Nella tabella sottostante sono riportate le classi di resistenza del calcestruzzo:

Classe di resistenza	$f_{ck}$ ( $N/mm^2$ )	$R_{ck}$ ( $N/mm^2$ )	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	non strutturale
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Negli elaborati grafici di progetto è riportato il valore della classe di resistenza da rispettare per ciascun elemento delle strutture

## 2.9.2 Trasporti

Qualora il Contraente Generale decida di non realizzare il calcestruzzo sul posto, il trasporto dello stesso, dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito dal rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 60 minuti.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- numero di serie
- denominazione dell'impianto di betonaggio
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- quantità ( $m^3$ ) di calcestruzzo fornito;
- la classe di resistenza;

- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione dei Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato. È facoltà della Direzione dei Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio ritenuti non rispondenti ai requisiti prescritti.

### 2.9.3 Posa in opera

Riferimenti normativi da osservare:

- *UNI 8981-4 – Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo - Istruzioni per ottenere la resistenza al gelo e disgelo*
- *UNI 8866-1 – Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Definizione e classificazione*
- *UNI 8866-2 – Prodotti disarmanti per calcestruzzi. Prova dell' effetto disarmante, alle temperature di 20 e 80 °C, su superficie di acciaio o di legno trattato*

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguibili in conformità alle disposizioni di progetto e di Disciplinare. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto e si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00 che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione dei Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori potrà essere costituito da:



- malte o betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto sarà effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. L'Impresa potrà adottare per la cassetatura il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione dei Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate. Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata. La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. In alternativa la Direzione dei Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio. Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto. Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 5 °C e 30 °C. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C. Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5°C. La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto. I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di 0°C. Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele. Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione dei Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

Si precisa che i calcestruzzi da impiegare nella realizzazione dei pali devono soddisfare le ulteriori specifiche contenute nell'apposito articolo

#### **2.9.4 Stagionatura, protezione e disarmo del calcestruzzo**

Riferimenti normativi da osservare:

- *UNI 8656 – Prodotti filmogeni per la protezione del calcestruzzo durante la maturazione. Classificazione e requisiti*
- *UNI EN 206-1:2006 – Calcestruzzo: per strutture gettate in sito, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile*

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità. Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto. La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte. Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

#### **Prevenzione delle fessure da ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e della conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei. I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 -1,5 kg/m<sup>3</sup>. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

#### **Disarmo e scasseratura**

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"* ed alla *Circolare LLPP n.617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni"* di cui al *D.M. 14 gennaio 2008*;

## Protezione dopo la scasseratura

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati. La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI 9858

### 2.9.5 Riprese di getto

Per i getti di maggiori dimensioni, previa approvazione della Direzione dei Lavori, saranno consentite riprese con giacitura orizzontale (getto per strati successivi), e con giacitura verticale (getto per conci attigui). Le riprese di getto verticali dovranno essere sfalsate in modo da ottenere nel complesso un sistema più monolitico ed evitare la formazione di sezioni più favorevoli all'insorgere di lesioni.

In corrispondenza delle riprese di getto a giacitura orizzontale si dovrà provvedere alle seguenti operazioni prima dell'esecuzione dei getti di ripresa:

- Pulizia della superficie del getto di livello inferiore con acqua in pressione;
- Eliminazione mediante aria compressa o aspirazione dell'acqua in eccesso;
- Applicazione a spruzzo di boiaccia cementizia additivata con lattice immediatamente prima del getto di ripresa.

Riprese di getto a giacitura verticale dovranno essere realizzate solo in direzione trasversale alla direzione dell'armatura principale. In corrispondenza di tali riprese di getto, si dovrà provvedere al contenimento dei getti di prima fase mediante cassetta "forata" costituita da una rete metallica a perdere tipo "Pernervometal". Le armature metalliche longitudinali dovranno attraversare la ripresa di getto. Eventuali riprese di armature per sovrapposizione dovranno essere eseguite, possibilmente, ad almeno 2 m dal baricentro della ripresa di getto. I getti di prima fase di ciascuno strato di getto verranno eseguiti con ordine alternato (uno sì e uno no) avendo cura, comunque, di realizzare sempre in prima fase sia il primo che l'ultimo concio di ciascuno strato. In questo modo si realizzerà un adeguato contrasto per i getti di seconda fase. L'Impresa dovrà elaborare un piano dei getti che dovrà essere sottoposto per approvazione con congruo anticipo rispetto all'inizio dei getti.

### 2.9.6 Controlli in corso d'opera

Riferimenti normativi da osservare:

- *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 14/01/2008*
- *UNI EN 12350-1:2009 – Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento*
- *UNI EN 12350-7:2009 Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione*
- *UNI 8520 - 1÷22*

La Direzione dei Lavori esegue controlli periodici in corso d'opera per verificare la conformità dei materiali e degli impasti impiegati alle prescrizioni normative, nonché ai parametri stabiliti durante i controlli preliminari di qualificazione. Per le resistenze meccaniche il "controllo di accettazione" definito dal D.M. Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni", dovrà avvenire con le modalità ivi specificate. Il tipo di controllo adottato (A o B) ed il numero dei prelievi da effettuare sono quelli previsti dal progetto, nel rispetto del citato D.M. 14/01/2008 paragrafo 11.2.5. L'opera o la parte di opera per la quale non sia verificata la conformità della resistenza a compressione non potrà essere contabilizzata finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione dei Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite definite nel seguito. L'Impresa avrà cura di tenere sempre aggiornato e dettagliato il diario delle prove su cubetti. La Direzione dei Lavori può richiedere, durante il corso dei lavori, ulteriori controlli oltre a quelli previsti dalla legge in funzione dell'entità dei getti, delle caratteristiche statiche delle strutture, dell'andamento climatico e della spiccata singolarità delle opere. Su richiesta della Direzione dei Lavori saranno pure prelevati provini dai getti già eseguiti, quando si abbia motivo di dubitare della loro buona riuscita. Qualora la resistenza

caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto. Il prelievo dei campioni di calcestruzzo fresco avverrà secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-1:2009. Per il giudizio di conformità della consistenza deve essere effettuata una prova per ogni giorno di getto. Il campione prelevato per determinarne la consistenza deve essere rappresentativo dell'impasto, carico o consegna (UNI EN 12350-1:2009). La consistenza degli impasti è ritenuta conforme se la consistenza misurata rientra nella classe di consistenza specificata. Per il giudizio di conformità del rapporto a/c, del contenuto di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato, deve essere effettuata almeno una determinazione per ogni giorno di getto. Il rapporto a/c è ritenuto conforme se il suo valore medio non supera il valore previsto per la miscela in esame e se i singoli valori non superano di oltre 0,05 il detto valore. La conformità per il contenuto di cemento è raggiunta quando il suo valore medio è uguale o maggiore al valore prescritto. Singoli risultati possono essere minori, ma non oltre il 5% in massa rispetto al valore di specifica. Il controllo in cantiere della composizione del calcestruzzo fresco sarà eseguito secondo la norma UNI EN 12350. La conformità per l'assortimento granulometrico è raggiunta se:

- le singole percentuali di passante dell'aggregato grosso (norma UNI 8520) non si discostano più del 5% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele;
- le singole percentuali di passante dell'aggregato fino (norma UNI 8520) non si discostano più del 3% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele.

Laddove sia previsto l'impiego di additivi aeranti deve essere effettuata almeno una determinazione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco per ogni giorno di getto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12350-7:2009. La conformità per il contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco è verificata se ogni valore di prova dei singoli campioni supera il valore di specifica ma non più del 2%, a meno di particolari prescrizioni. E' facoltà della D.L. rifiutare carichi di calcestruzzo che nei controlli in corso d'opera non rispondano ai requisiti prescritti. I getti effettuati con miscele non conformi non potranno essere contabilizzati finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione dei Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite. Per le caratteristiche non trattate nelle su elencate Norme Tecniche i piani di campionamento ed i criteri di conformità devono essere concordati preventivamente, tenuto conto dei sistemi di verifica e del livello di affidabilità previsto per le strutture o per il manufatto di calcestruzzo presi in considerazione. Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione dei Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

## 2.10 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE ED ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione dei Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata. Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme. Nessun indennizzo è previsto all'Impresa per la progettazione costruttiva, posa in opera e lo smontaggio di qualsiasi opera provvisoria.

### **Caratteristiche delle casseforme**

Si prescrive l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Quando previsto in progetto o quando formalmente ordinato dalla Direzione dei Lavori, per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità. La Direzione dei Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere si intende compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme o del conglomerato cementizio.

#### **Pulizia e trattamento delle casseforme**

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui. I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

#### **Giunti e riprese di getto tra gli elementi di cassaforma**

I giunti tra gli elementi di cassaforma saranno realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiaccia e creare irregolarità o sbavature; potrà essere prescritto che tali giunti debbano essere evidenziati in modo da divenire elementi architettonici. Le riprese di getto saranno, sulla faccia vista, delle linee rette e, qualora richiesto dalla Direzione dei Lavori, saranno marcate con gole o risalti di profondità dello spessore di 2-3 cm, che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

#### **Legature delle casseforme e distanziatori delle armature**

I dispositivi che mantengono in posto le casseforme, quando attraversano il conglomerato cementizio, non devono essere dannosi a quest'ultimo, in particolare viene prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi delle casseforme vengano fissati nella esatta posizione prevista usando fili metallici liberi di scorrere entro tubi di PVC o simile, questi ultimi destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio; dove ciò non fosse possibile, previa informazione alla D.L., potranno essere adottati altri sistemi prescrivendo le cautele da adottare. E' vietato l'uso di distanziatori di legno, metallici o in plastica. Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione dei Lavori. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma deve essere la più piccola possibile, si preferiranno quindi forme cilindriche, semicilindriche e emisferiche.

#### **Predisposizione di fori, tracce, cavità, etc.**

L'Impresa avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

## **2.11 MATERIALI METALLICI PER L'ARMATURA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Riferimenti normativi da osservare:

- *Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme Tecniche per le Costruzioni"*
- *Circolare LLPP n.617 del 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*



- *UNI ENV 10080 – Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*

Ciascun elemento metallico per l'armatura del conglomerato cementizio deve rispondere alla legge, deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, ove prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Le barre di acciaio per armatura saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. Gli acciai destinati ad armature di conglomerati cementizi armati, normali e precompressi, dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalla Norme Tecniche emanate con Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 e da tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi.

### **2.11.1 Controllo di qualità**

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle norme in vigore (Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008) che certifichi gli avvenuti controlli (esistenza del Marchio depositato presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici) e consentire al Direttore dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento. Tutte le forniture di acciaio dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto al punto 11.3.1.4 delle Norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2008. Durante i lavori dovranno essere prelevati, per essere inviati a Laboratori Ufficiali o autorizzati, non meno di tre campioni per ciascun diametro utilizzato, ogni 1000 barre o partita se di minore entità, della lunghezza rispettivamente di:

- 1,20 m per diametro delle barre inferiore o uguale a 10mm;
- 1,50 m per diametro delle barre compreso tra 12 e 18 mm;
- 1,80 m per diametro delle barre superiore o uguale a 20 mm.

In caso di risultato sfavorevole delle prove di resistenza e duttilità, previste per legge, il complesso delle barre al quale si riferisce il campione dovrà essere accantonato e identificato in attesa dei risultati delle ulteriori verifiche. Rimane comunque salva la facoltà del Direttore dei Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

### **2.11.2 Trattamento di zincatura**

Riferimenti normativi da osservare:

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

La zincatura a caldo verrà eseguita sulle armature metalliche quando specificato negli elaborati di progetto in ragione di almeno 5 gr/dm<sup>2</sup> di rivestimento e spessore garantito 70 micron circa, effettuata con trattamento a caldo in officina.

### **2.11.3 Realizzazione delle gabbie e posizionamento delle armature per c.a.**

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile. La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto. L'Impresa dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto. È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

#### 2.11.4 Tolleranze nel posizionamento delle armature:

Le tolleranze nel posizionamento delle armature normali (barre) sono riportate di seguito; chiamando "S" lo scarto tra la posizione teorica di progetto e quella effettiva in opera, sono ammessi questi valori:

- copriferro armature strutturali:  
 $S = - 0.0 \text{ cm}$   
 $S = + 1.5 \text{ cm}$  ( $S = 1.0 \text{ cm}$  per solette)
- armature di ripartizione o di diffusione (nel senso ortogonale al copriferro):  
 $S = \pm 2.0 \text{ cm}$  (purché siano rispettati i valori di copriferro ed interferro).
- interasse delle staffe:  
 $S = \pm 2.0 \text{ cm}$  (purché le differenze positive e negative si compensino nello spazio di 1 m).

#### 2.11.5 Giunzioni di barre di armatura

Per ogni tipo di acciaio le giunzioni delle barre di armatura devono essere eseguite dove indicato negli elaborati di progetto (esecutivo e costruttivo); eventuali giunzioni non previste in progetto dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

La giunzione delle barre di diametro fino a 30mm compreso, di norma, deve essere eseguita per sovrapposizione.

La giunzione tramite saldatura di barre di armatura, secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto o quando richiesta in opera, previa approvazione della Direzione dei Lavori, dovrà essere effettuata secondo quanto prescritto dalla normativa prEN ISO 17660:2002 (Welding of reinforcing steel) con particolare riferimento ai processi e alla loro qualifica, ai materiali e al paragrafo 'Welded joints'.

Valgono comunque le seguenti prescrizioni.

La saldatura deve essere del tipo elettrico-manuale con elettrodo.

Le barre da giuntare devono essere accostate di testa, senza alcuna puntatura, con interspazio compreso fra 5 e 10mm. Due spezzoni di barra dello stesso tipo e diametro delle barre da giuntare (ad eccezione delle barre da 30mm per le quali il diametro degli spezzoni deve essere da 24mm) aventi lunghezza minima, ciascuno, di dieci volte il diametro stesso, devono essere accostati, simmetricamente all'intersezione delle barre. La saldatura tra le barre e gli spezzoni deve essere realizzata, per tutta la lunghezza dei tratti sovrapposti, su entrambi i lati, ottenendo così otto cordoni di saldatura.

Prima di procedere all'esecuzione delle giunzioni, l'Impresa deve effettuare un ampio studio nonché le prove di qualificazione per definire in dettaglio le caratteristiche dei materiali da impiegare e i procedimenti di esecuzione. L'Impresa deve consegnare alla Direzione dei Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle giunzioni, una relazione tecnica indicante per ogni tipo e diametro delle barre di armatura, nonché per ogni posizione di giunzione (orizzontale, verticale e inclinata), i materiali ed i procedimenti di giunzione che intende impiegare. Nella suddetta relazione devono in particolare essere evidenziate, descritte e motivate le seguenti questioni:

- il procedimento di saldatura che l'Impresa intende seguire in relazione alle caratteristiche dell'acciaio;
- il tipo di elettrodi che l'Impresa intende impiegare;

Dopo l'esame, con esito positivo, da parte della Direzione dei Lavori, della suddetta relazione tecnica, l'Impresa deve eseguire le prove di qualificazione secondo i seguenti criteri:

- i giunti da sottoporre a prova distruttiva di trazione saranno giunti 'gemelli', cioè eseguiti su spezzoni di barre dello stesso diametro, in posizione e condizione ambientale analoga a quella del corrispondente giunto in opera. L'Impresa deve sottoporre alle prove di trazione di cui ai punti seguenti, per ogni lotto di 150 giunti eseguiti dallo stesso operatore, nella stessa posizione (verticale, orizzontale, inclinata) e con lo stesso diametro e tipi di barra il seguente numero di campioni scelti dalla Direzione dei Lavori: a) per il primo lotto, un giunto tra i primi dieci eseguiti, un giunto tra i successivi quaranta e un giunto tra i successivi cento, b) per ognuno dei lotti successivi: un giunto;
- dovranno essere effettuati due giunti di prova per ogni tipo e per il massimo diametro previsto dalle barre di armatura, nonché per ogni posizione del giunto (orizzontale, verticale, inclinata);



- tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti all'esame visivo; esso consiste nel verificare dopo l'esecuzione del giunto, quando questo si è raffreddato a temperatura ambiente, che il giunto stesso non presenti difetti quali cricche, incisioni, scarsità di materiale, ecc.
- tutti i giunti di prova dovranno essere sottoposti a prova distruttiva di trazione: a) in sede di qualificazione, la resistenza a trazione deve essere uguale o superiore al 125% del carico minimo di snervamento della barra di armatura, nonché deve essere maggiore o uguale al carico di rottura prescritto per la barra; b) in corso d'opera, la resistenza a trazione di tutti i giunti provati deve essere uguale o superiore al carico di rottura prescritto per le barre di armatura.

La giunzione meccanica di barre d'armatura secondo le indicazioni previste negli elaborati di progetto dovrà essere effettuata con manicotti tipo Lenton e secondo quanto prescritto nella certificazione e nei manuali d'uso del produttore.

I manicotti dovranno essere del tipo indicato negli elaborati di progetto (di riduzione o di posizione), o approvati dalla Direzione dei Lavori, e dotati di una resistenza allo snervamento nominale non inferiore a 550 MPa e una resistenza a trazione non inferiore a 775 MPa.

I manicotti dovranno essere serrati con apposita chiave di serraggio fornita dal produttore e la filettatura delle barre rispondente ai requisiti della casa produttrice dei manicotti.

### **2.11.6 Copriferro**

Copriferro ed interferro saranno conformi alle disposizioni delle NTC2008 e relativa circolare applicativa e alle prescrizioni del presente progetto.

Lo spessore di copriferro previsto per i diversi manufatti è dettagliato negli elaborati grafici di progetto e nelle relazioni tecniche.

Si ammette una tolleranza di -0, +15 mm rispetto ai valori sopra indicati.

### **2.11.7 Predisposizione di fori, tracce, cavità, inghisaggi, ecc.**

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione dei Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, inghisaggi, supporti, pozzetti, camicie per passaggio tubi, conduit o altro, ecc. nelle solette, setti, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi e accessori quali parti di impianti, tubi, passerelle, cavi, supporterie, appoggi, passi d'uomo, passerelle e scale di ispezione, giunti, smorzatori, parapetti, mensole, segnalazioni, pad-eye, ecc.

L'onere relativo è compreso e ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa è tenuta a fornire assistenza per la posa in opera di apparecchi, tubazioni, passerelle forniti e posti in opera da altre Ditte, relativamente a tutte le installazioni previste negli elaborati di progetto.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione dei Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di strutture o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e l'assistenza muraria

### **2.11.8 Inserti**

Gli inserti sono costituiti da carpenteria metallica che deve essere resa solidale alle strutture in conglomerato cementizio previo posizionamento e fissaggio prima della posa in opera del conglomerato stesso. Eventuali particolari istruzioni di posizionamento saranno precisate negli elaborati di progetto o in appositi articoli di Disciplinare. L'Impresa deve provvedere a porre in opera tutti gli inserti previsti nelle diverse strutture e a fornire e porre in opera tutti i materiali occorrenti per il loro posizionamento, sostegno e fissaggio, comprese le eventuali dime di posizionamento.

### 2.11.9 Bulloni di ancoraggio (tirafondi dei parabordi, ecc.)

La posa in opera di bulloni di ancoraggio deve in genere essere eseguita con l'ausilio di opportune maschere fornite dall'Impresa, secondo le seguenti fasi di lavoro:

- riporto delle quote di riferimento;
- tracciamento degli assi di riferimento;
- realizzazione di opportuni sostegni per la maschera, di sufficiente robustezza e solidamente ancorati all'armatura metallica delle strutture in conglomerato cementizio o altri punti fissi;
- posizionamento e fissaggio della maschera;
- posizionamento dei bulloni ed eventuali loro collegamenti all'armatura metallica;
- protezione con mezzi adeguati della filettatura dei bulloni.

Dopo l'ultimazione del getto l'Impresa deve eseguire lo smontaggio e la rimozione delle maschere e dei relativi accessori, nonché la pulizia, l'ingrassaggio e la protezione dei bulloni per garantirne la perfetta conservazione.

Le tolleranze relative al posizionamento dei bulloni sono, di norma, indicate nei disegni; esse comunque non sono più restrittive delle seguenti:

- per la misura in quota: 2mm in più, niente in meno;
- per le misure planimetriche rispetto agli assi di riferimento: 2mm in più o in meno;
- per le distanze mutue fra i bulloni di una stessa maschera: 0.5mm in più o in meno.

### 2.11.10 Inserti vari

La posa in opera di inserti vari (profilati normali o del tipo Halfen, piastre, manicotti, telai, zanche, mensole, conduits, elementi di polifore, ecc.) deve essere eseguita con operazioni analoghe a quelle indicate al paragrafo precedente ma, di norma, senza l'ausilio di maschere.

Gli inserti, comunque, devono essere rigidamente fissati nella posizione prescritta ed eventualmente collegati all'armatura metallica.

Le tolleranze sono quelle indicate sugli elaborati di progetto.

### 2.11.11 Tasselli

Allo scopo di prevenire l'interferenza con i ferri o errori di posizionamento, laddove sia previsto in progetto l'impiego di tasselli (sia chimici che meccanici), l'Impresa provvederà a predisporre dei tubetti in PVC o plastica da lasciare nel getto come indicatore di posizione e come invito alla perforazione. Il diametro esterno di tali predisposizioni non dovrà essere superiore al 60% del diametro del tassello stesso. E' ammesso l'impiego di predisposizioni equivalenti, previa approvazione della Direzione dei Lavori.

## 2.12 COLLEGAMENTI IN BARRE

I collegamenti con barre di ancoraggio tra strutture nuove ed esistenti dovranno essere realizzati con malta cementizia premiscelata di classe R4 come da normativa UNI EN 1504-3 e UNI EN 1504-6.

Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotaggio con corona diamantata. In caso di carotaggio il foro dovrà essere irruvidito mediante attrezzo idoneo. Dopo le operazioni di perforazione ogni foro dovrà essere pulito inserendo in profondità un soffiatore d'aria per rimuovere ogni residuo di polvere o detriti.

La malta dovrà essere inserita nel foro partendo dal fondo verso l'imboccatura, e la barra inserita entro il tempo specificato dal produttore della malta

## 2.13 PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI

### 2.13.1 Strato di fondazione in misto stabilizzato

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione dei Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale d'apporto idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore della fondazione deve essere conforme agli elaborati di progetto.

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

- a) L'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, 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 crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 70	100
" 40	75-100
" 25	60-87
" 10	35-67
" 5	25-55
setaccio 2	15-40
" 0,4	7-22
" 0,075	2-10

- c) Rapporto tra il passante al setaccio UNI 0,075 mm ed il passante al setaccio UNI 0,4 mm inferiore a 2/3.
- d) Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso.
- e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione dei 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 dei 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. (CNR-UNI 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra) 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.

Le caratteristiche suddette devono essere accertate dalla Direzione dei Lavori mediante prove di Laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti d'approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che sarà impiegata.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio dell'esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

I requisiti d'accettazione saranno inoltre accertati con controlli della Direzione dei Lavori sia in cava, sia preliminarmente sia in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

Il materiale, qualora la Direzione dei Lavori ne accerti la non corrispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione dei Lavori

riterrà, a suo giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale sarà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta d'acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso d'umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, accertate dalla Direzione dei Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento d'ogni strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 0,18. Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso d'elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta sarà corretta in base alla formula:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in Laboratorio

$d_i$  = densità della miscela intera

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso d'elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , deve essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , accertato secondo le modalità previste dalle Norme, nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>, non deve essere inferiore a 1.000 daN/cm<sup>2</sup>.

Il modulo elastico dinamico reale calcolato tramite il programma "PASTREV" della Società dai valori rilevati in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate sullo strato di fondazione, sarà il riferimento prestazionale. La media dei valori di modulo in daN/cm<sup>2</sup> ricavata da misure effettuate ogni 100 m e riferite a tratti omogenei del lavoro di almeno 400 metri di lunghezza deve risultare superiore a 1.850 daN/cm<sup>2</sup>.

Per valori inferiori, al misto si effettuerà una detrazione del 10% sul prezzo dello strato e del pacchetto di strati ad esso sovrapposti.

La superficie finita non deve scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato per mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore deve essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto

### 2.13.2 Strato di base/collegamento in conglomerato bituminoso

Lo strato in conglomerato bituminoso (binder) dovrà essere realizzato con una miscela di pietrischetti, graniglia, sabbie ed additivi impastata con bitume a caldo; detta miscela dovrà avere requisiti tali da rientrare nella curva granulometrica della seguente tabella:

Tipo di crivello	Diametro maglie (mm)	Percentuale di passante in peso (%)
UNI 2334	25	100
UNI 2334	15	65 ± 100
UNI 2334	10	50 ± 80
UNI 2334	5	30 ± 60
UNI 2332	2	20 ± 45
UNI 2332	0,4	8 ± 25
UNI 2332	0,18	5 ± 15
UNI 2332	0,075	4 ± 8

I pietrischetti e le graniglie per la preparazione della miscela dovranno essere scevri da sostanze organiche, da polvere e da materiali estranei e dovranno presentare forma regolare, non appiattita ne allungata ne lenticolare e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Coefficiente di frantumazione (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) non inferiore a 140;
- Perdita di peso alla prova di Los Angeles (Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96) inferiore al 25%;
- Indice dei vuoti delle singole pezzature (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) inferiore a 0,80;
- Coefficiente di imbibizione (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) inferiore a 0,015.

Le sabbie potranno essere naturali o di frantumazione e dovranno essere conformi all'art. 5 delle norme CNR. Gli additivi minerali (fillers) dovranno essere costituiti da polvere di rocce calcaree o asfaltiche o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno avere granulometria tale da passare interamente al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio 200 ASTM.

Il bitume a caldo da adottare come legante dovrà essere del tipo B 80/100 con percentuale media, riferita agli inerti, compresa tra il 4,0 % ed il 5,5%.

Il conglomerato bituminoso dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Stabilità Marshall (Prova AST T 1559/58) a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 800 kg;
- Scorrimento in prova Marshall compreso tra 1 e 4 mm;
- Percentuale dei vuoti residui nei provini Marshall compresa tra il 4% e l'8%;
- Volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso tra il 4% ed il 10%.

### 2.13.3 Strato di usura in conglomerato bituminoso

Lo strato di usura in conglomerato bituminoso dovrà essere realizzato con una miscela di pietrischetti, graniglia, sabbie ed additivi impastata con bitume a caldo; detta miscela dovrà avere i seguenti requisiti granulometrici:

Tipo di crivello	Diametro maglie (mm)	Percentuale di passante in peso (%)
UNI 2334	15	100
UNI 2334	10	70 ± 100
UNI 2334	5	45 ± 65
UNI 2332	2	25 ± 45
UNI 2332	0,4	12 ± 25
UNI 2332	0,18	7 ± 15
UNI 2332	0,075	5 ± 10

I pietrischetti e le graniglie per la preparazione della miscela dovranno essere scevri da sostanze organiche, da polvere e da materiali estranei e dovranno presentare forma regolare, non appiattita né allungata né lenticolare e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Coefficiente di frantumazione (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) non inferiore a 120;
- Coefficiente Deval (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) superiore a 14
- Perdita di peso alla prova di Los Angeles (Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96) inferiore al 20%;
- Indice dei vuoti delle singole pezzature (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) inferiore a 0,85;
- Coefficiente di imbibizione (Norme CNR, Fascicolo IV/1953) inferiore a 0,015.

Le sabbie potranno essere naturali o di frantumazione e dovranno essere conformi all'art. 5 delle norme CNR. Gli additivi minerali (fillers) dovranno essere costituiti da polvere di rocce calcaree o asphaltiche o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno avere granulometria tale da passare interamente al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio 200 ASTM

Il bitume a caldo da adottare come legante dovrà essere del tipo B 80/100 con percentuale media, riferita agli inerti, compresa tra il 4,5 % ed il 6,0 %.

Il conglomerato bituminoso dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Stabilità Marshall (Prova ASTM T 1559/58) a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, non inferiore a 1000 Kg;
- Scorrimento in prova Marshall compreso tra 1 e 3,5 mm;
- Rigidezza Marshall superiore a 250 Kg/mm;
- Percentuale dei vuoti residui nei provini Marshall compresa tra il 3% e il 6%;
- Volume dei vuoti residui a cilindratura ultimata compreso tra il 4% ed il 8%;
- Resistenza all'usura superficiale elevatissima;
- Rugosità superficiale del manto, misurata con apparecchio "Skid-Tester" dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, su superficie pulita e bagnata, con temperatura di riferimento di 18 °C, superiore in ogni punto a 50 per la carreggiata ed a 45 per le banchine di sosta.

#### **2.13.4 Preparazione e posa in opera dei conglomerati bituminosi**

Nella preparazione dei conglomerati la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei Lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per la aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra 120 °C e 160 °C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra 150 °C e 180 °C. Il riscaldamento deve essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto con il materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato devono essere condotti in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature su indicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i silos degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare la uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti riducibili a due per conglomerati per strati di base, per strati di collegamento e per strati di usura in strade a traffico limitato.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume, quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli additivi.



Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidalmente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in caso comprese nei limiti di composizione stabiliti.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e la uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano del tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110 °C, riducendo all'atto dell'impasto, a non oltre 70 °C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitumi attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei Lavori e avverrà a cura e spese del Contraente Generale.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90 °C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori.

Per la posa in opera e per il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori a 110 °C, se eseguiti con bitumi solidi.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari di almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti di spessore inferiore a 20 mm soffici.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche del tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi; munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento della uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

La cilindratura dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzeria.

I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazioni del manto. La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindratura dovrà essere portata avanti sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoni laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare a perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta, a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei Lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni od irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione

## 2.14 TUBOLARE METALLICO PER BRICCOLE DI ORMEGGIO PROVVISORIE

Per il cantiere O è prevista la realizzazione di briccole di ormeggio provvisorie fondate su tubolari metallici d:1500 m s=25 mm in acciaio S 355 J0.

### 2.14.1 Condizioni del suolo

L'Impresa, prima dell'infissione del tubolare, riconosce che ha esaminato il sito e le prove geotecniche fornite a corredo del progetto, e conosce il lavoro da svolgere, del quale fa parte l'infissione di elementi metallici attraverso gli strati evidenziati dalle prove geotecniche.

L'Impresa resta comunque libera, a sua cura e spese, di realizzare sondaggi, prove penetrometriche o altre prove geotecniche di verifica, ed ottenere in questo modo ulteriori informazioni; dette indagini integrative saranno comunque ritenute valide solo se sviluppate e realizzate in contraddittorio con l'Autorità di Sistema Portuale e/o la Direzione dei Lavori.

Resta inoltre inteso che l'Impresa non potrà chiedere sovrapprezzi in funzione della natura dei terreni che devono essere attraversati con le palancole, indipendentemente dal fatto che abbia o no acquisito ulteriori informazioni sulla natura dei terreni con prove integrative.

Preliminarmente all'infissione dei tubolari, l'Impresa dovrà effettuare tutte le indagini opportune e necessarie per verificare l'eventuale presenza di oggetti metallici, o di altra natura, presenti sul fondo o compenetrati nel terreno, in corrispondenza dell'allineamento di tutte le palancole da infiggere, e che potrebbero ostacolare la loro penetrazione nel terreno o deviarle rispetto alla verticale

### 2.14.2 Approvazioni della Direzione dei Lavori

Come più dettagliatamente richiesto nei paragrafi successivi relativi alle specifiche attività, l'Impresa è tenuta a redigere della documentazione in merito alle modalità di fornitura e alle lavorazioni, secondo quanto richiesto dal presente Disciplinare e le sottoporrà per approvazione alla Direzione dei Lavori. Tali documenti saranno consegnati con congruo anticipo (10 gg) rispetto alla data prevista per l'inizio delle lavorazioni, al fine di consentirne l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti.

I documenti dovranno dare evidenza delle interfacce fra le diverse lavorazioni e del rispetto delle fasi e delle modalità di messa in opera descritte nel Disciplinare, negli elaborati grafici e nella relazione tecnica del presente progetto. È data facoltà all'Impresa di proporre modifiche alle suddette fasi o modalità di messa in

opera, purché esse modifiche siano motivate e descritte nella documentazione scritta richiesta; l'operatività di tali modifiche è subordinata all'approvazione della documentazione da parte della Direzione dei Lavori.

Prima dell'inizio dei lavori di infissione l'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori una lista dell'attrezzatura che intende usare per l'infissione delle palancole; la lista sarà presentata alla Direzione dei Lavori almeno 14 giorni prima della data prevista per l'inizio delle operazioni di infissione delle palancole, che potranno cominciare solo dopo l'approvazione dell'attrezzatura proposta da parte della Direzione dei Lavori.

L'Impresa potrà apportare variazioni (aggiungendo o togliendo attrezzatura) a questa lista solo dietro formale approvazione da parte della Direzione dei Lavori; l'Impresa resta comunque l'unica responsabile per fornire un'attrezzatura adatta all'infissione delle palancole.

Oltre alla lista dell'attrezzatura, l'Impresa sottoporrà alla Direzione dei Lavori il programma di tutte le fasi di infissione; il documento dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori prima dell'inizio delle operazioni

### **2.14.3 Rapporti di infissione**

Durante l'infissione l'Impresa compilerà, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, dei rapportini sulle principali osservazioni effettuate durante l'infissione.

### **2.14.4 Fornitura e posa dei palancole**

#### **Oggetto**

Questa voce di Disciplinare stabilisce le condizioni tecniche di fornitura per i pali tubolari laminati a caldo di acciai non legati da impiegare nelle pareti combinate previste in progetto. Il riferimento normativo è costituito dalla norma europea UNI EN 10248, parti 1 e 2.

#### **Caratteristiche del materiale:**

L'acciaio costituente i tubolari di progetto, esattamente descritto nelle relazioni specifiche a cui si rimanda, sarà delle seguenti tipologie:

S355 J0             $f_y=355$  MPa    per i profili tipo HZ e AZ;

L'acciaio delle palancole deve essere idoneo al processo di saldatura ad arco.

#### **Saldature e qualifica dei procedimenti di saldatura**

L'Impresa dovrà esibire alla Direzione dei Lavori il parere favorevole dell'Istituto Italiano della saldatura sulle modalità di esecuzione, le tipologie, i procedimenti di saldatura ed il materiale di apporto che intende impiegare. L'Impresa sottoporrà, secondo le modalità nel seguito specificate, le strutture saldate al controllo dell'Istituto Italiano della Saldatura che provvederà all'esame della preparazione dei lembi e di tutte le saldature, ad assistere ai controlli o ad eseguirli direttamente. Il procedimento di saldatura deve essere qualificato dall'Istituto Italiano della Saldatura. Nella definizione delle modalità di saldatura l'Impresa dovrà tener conto che in adiacenza delle aree di cantiere sono collocati depositi di carbone e di minerali a cielo aperto. Il presente paragrafo vale, in particolare, per il successivo punto F.

#### **Controlli e prove**

Le prescrizioni inerenti ai controlli specifici e alle prove sono riportate al capitolo 8 della norma UNI EN 10248-1.

In particolare, si prescrive l'esecuzione di controlli specifici, con riferimento a certificati di cui al punto 3.1.B della norma UNI EN 10204 (menzionato anche nella UNI EN 10021), sulla fornitura e l'esecuzione delle seguenti prove:

- Prova di trazione;
- Prova di resilienza;
- Verifica della composizione chimica;
- Verifica delle tolleranze dimensionali.

L'Impresa dovrà fornire tutti i certificati sui materiali e sulle prove come richiesto dalla Norma UNI EN 10204 e specificato in questo articolo.

L'Impresa consegnerà alla Direzione dei Lavori il suo piano di fornitura e stoccaggio, con un documento scritto che descriverà le fasi relative.

Esso sarà consegnato con congruo anticipo rispetto alla data prevista per la consegna delle palancole, al fine di consentirne l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori, senza causare ritardi ai tempi di cantiere previsti.

#### **Marcatura**

Le prescrizioni inerenti alla marcatura dei singoli pezzi sono riportate al capitolo 9 della norma UNI EN 10248-1.

## **2.15 TIRANTI DI ANCORAGGIO A BULBO PROFONDO**

I tiranti di ancoraggio permanenti che forniscono il vincolo sommitale ai banchinamenti sono del tipo a bulbo iniettato con fondazione realizzata tramite un trattamento coassiale in jet grouting armati con barra cava autoperforante  $\varnothing 90$  di spessore 10 mm in acciaio avente resistenza caratteristica allo snervamento non inferiore a 460 N/mm<sup>2</sup>.

La tipologia di ancoraggio realizzata tramite trattamento coassiale in jet-grouting consiste in un ancoraggio a bulbo iniettato viene realizzato tramite un trattamento colonnare in jet grouting. Le fasi realizzative sono indicativamente le seguenti:

- Perforazione e installazione della barra: alla barra autoperforante è applicata la punta a perdere più idonea al terreno da perforare e all'ancoraggio da ottenere, di diametro  $\varnothing 88,9/122,3$  mm; la barra è quindi montata sulla perforatrice e viene eseguito il foro nel terreno tramite rotopercolazione fino al raggiungimento della profondità di progetto dell'ancoraggio. Le barre sono poste in opera in lunghezze modulari variabili da 1 a 6 m, quindi sono giuntate mediante manicotto per ottenere la lunghezza richiesta. In questa fase la miscela di iniezione è molto fluida, con un rapporto acqua/cemento prossimo a 0,7/1;
- Cementazione definitiva: raggiunta la profondità di progetto, la miscela cementizia viene addensata in funzione del terreno e degli obiettivi da raggiungere, con un rapporto acqua/cemento compreso tra 0,4 e 0,55, nel rispetto di quanto riportato in UNI EN 4490:2010;
- Collegamento al rivestimento esterno: la barra viene infine collegata alla parete esterna o alla struttura di rivestimento con una piastra di collegamento e un dado di serraggio. Non viene applicato alcun precarico all'ancoraggio, che risulta quindi di tipo passivo.

L'iniezione è eseguita ad alta pressione (tipo jet). Il diametro del bulbo cementato, detto anche diametro medio reso o diametro utile per sviluppare la resistenza a sfilamento dell'ancoraggio, può essere anche molto maggiore del diametro della punta di perforazione e dipende dalle caratteristiche del terreno (indice dei vuoti, densità relativa, tipo di materiale).

A seguito della maturazione dell'iniezione, si procederà con la prova di trazione di verifica secondo quanto prescritto al §6.6.4 delle NTC 2018. Successivamente si procederà con il completamento della testata.

Particolare cura sarà riposta nella scelta delle soluzioni tecnologiche affinché la barra di armatura nella parte libera dell'ancoraggio sia effettivamente scollegata dalla malta di iniezione circostante così che il trasferimento dello sforzo di trazione al terreno avvenga solo nella fondazione opportunamente deputata allo scopo.

In accordo alle NTC2018 la realizzazione degli ancoraggi definitivi sarà preceduta dall'esecuzione di ancoraggi preliminari di prova idonei ad accertarne le prestazioni previste. Ogni campo prova darà indicazioni significative per una data geometria, una tecnologia utilizzata ed una specifica stratigrafia presente. L'esecuzione delle prove sugli ancoraggi preliminari di prova dovrà essere eseguita in conformità alla Raccomandazioni AGI-AICAP "Ancoraggi nei Terreni e nelle Rocce" – Giugno 2012.

Ai sensi del paragrafo 6.6.4 delle NTC 2018 le prove di verifica devono essere eseguite su tutti gli ancoraggi e consistono in un ciclo semplice di carico e scarico; in questo ciclo il tirante viene sottoposto ad una forza pari a 1,2 volte quella massima prevista in esercizio, verificando che gli allungamenti misurati siano nei limiti previsti in progetto o compatibili con le misure sugli ancoraggi preliminari di prova. Lo svolgimento di tali prove dovrà essere conforme alle Raccomandazioni AGI-AICAP “Ancoraggi nei Terreni e nelle Rocce” – Giugno 2012

### 2.15.1 Armatura

Il tirante di ancoraggio a bulbo in jet grouting sarà armato con barra cava a filettatura continua secondo ISO10208 di diametro nominale non inferiore a 90 mm e spessore non inferiore a 10 mm in acciaio S 460 J0.

### 2.15.2 Documentazione dei lavori

Per ogni tirante, sia preliminare di prova che di progetto dovrà essere compilata dall'Impresa, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, una scheda recante le seguenti indicazioni:

- diametro, lunghezza e sistema di perforazione;
- stratigrafia attraversata durante la perforazione;
- eventuali iniezioni preliminari di intasamento;
- tipo e dimensioni delle armature metalliche;
- lunghezza del tratto attivo;
- quantità di malta iniettata e sua composizione;
- risultati delle prove di collaudo (forze applicate e allungamenti corrispondenti misurate come descritto al relativo paragrafo);
- date di perforazione, iniezione e tesatura di collaudo.

### 2.15.3 Prove di collaudo

Ad eccezione delle misurazioni, che verranno affidate dalla Stazione Appaltante ad un Laboratorio Ufficiale, le prove di carico saranno onere del Contraente Generale, che dovrà fornire l'assistenza nonché i relativi contrasti.

Il progetto prevede la realizzazione di tiranti di prova, che dovranno essere sottoposti a collaudo prima della realizzazione dei tiranti definitivi. Per l'esecuzione delle prove si farà riferimento alle Raccomandazioni AGI-AICAP “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” (2012).

I tiranti per la **verifica di idoneità** vengono testati con la seguente procedura:

- tesatura fino ad una forza di allineamento ( $P_a$ ) pari al 10% del massimo carico di prova ( $P_p$ ) o 50 kN;
- tesatura per incrementi di carico, come indicato nella colonna “Rocce o terreni incoerenti” per ancoraggi permanenti nella seguente tabella:

Fase di carico	Carico applicato	Durata minima del carico (min) per la misura degli allungamenti			
		Ancoraggi temporanei		Ancoraggi permanenti	
		Roccia o Terreni incoerenti	Terreni a grana fine	Roccia o Terreni incoerenti	Terreni a grana fine
1	0,25 $P_n$	1	1	15	15
2	0,40 $P_p$	1	1	15	15
3	0,55 $P_p$	1	1	15	15
4	0,70 $P_p$	5	5	30	60
5	0,85 $P_p$	5	5	30	60
6	1,00 $P_p$	30	60	60	180

Ai sensi del paragrafo 6.6.4 delle NTC 2008 si ricorda che gli ancoraggi di prova non sono utilizzabili per l'impiego definitivo.



#### 2.15.4 Monitoraggio degli ancoraggi di progetto nel corso delle prove preliminari

Nel corso delle prove preliminari, gli ancoraggi di progetto saranno monitorati in modo da acquisire il maggior numero di informazioni qualitativamente e quantitativamente utili a valutare il comportamento tenso deformativo dei vari elementi che costituiscono il sistema di ancoraggio (testa, lunghezza libera e bulbo) e verificarne l'idoneità alla funzionalità statica delle opere prevista in progetto.

Si raccomanda che l'intera parte libera della barra venga sempre rivestita con guina liscia e internamente lubrificata così che l'ancoraggio alla fondazione avvenga solo nella parte di bulbo deputata allo scopo.

È stato pertanto definito un sistema di monitoraggio costituito da:

- 6 coppie di barrette estensimetriche a corda vibrante, a diverse quote corrispondenti alle massime sollecitazioni tensionali;
- cella di carico toroidale sulla testa di ancoraggio del tirante nel corso della tesatura per il monitoraggio dell'andamento del tiro nel tempo;
- controllo topografico mediante mire ottiche installate in prossimità della testa di ancoraggio e sulla trave di testata in calcestruzzo armato mediante target riflettenti.

L'utilizzo delle barrette estensimetriche a corda vibrante viene limitato a 2 tiranti per ogni campo prova realizzato.

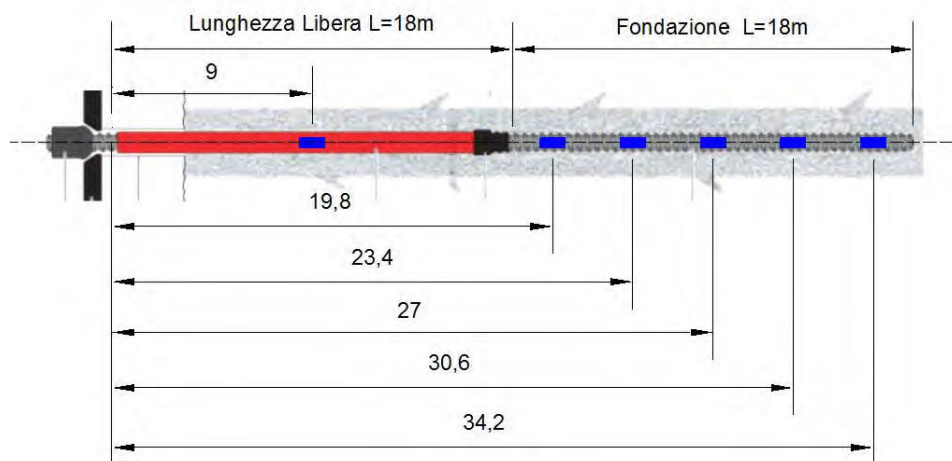
Il sistema di monitoraggio così predisposto consente di valutare con precisione la distribuzione delle azioni di trazione lungo la barra di ancoraggio e quindi la mobilitazione della resistenza nel terreno. Nel seguito vengono indicati lo schema di installazione e le caratteristiche tecniche degli strumenti.

Tutti gli strumenti di misura impiegati per le prove devono essere tarati e controllati da un laboratorio ufficiale.

#### Barrette estensimetriche a corda vibrante

I deformometri a corda vibrante, denominati "barrette estensimetriche", hanno lo scopo di misurare le deformazioni delle superfici su cui sono applicati. Si tratta di barrette metalliche contenenti un filo in acciaio teso, ancorato agli estremi e libero di vibrare all'interno della barretta stessa. Le deformazioni sono misurate, in direzione concorde alla lunghezza del filamento di acciaio. Il cambiamento di tensione viene misurato come una variazione della frequenza di vibrazione del filo d'acciaio attraverso una coppia di magneti. Tali strumenti dovranno essere **disposti a coppie**, in posizione contrapposta (così da avere ridondanza del dato misurato), sulla superficie della barra di ancoraggio con lo scopo di misurare l'evoluzione delle deformazioni nel corso delle varie fasi di prova:

- una coppia al centro della Lunghezza libera;
- 5 coppie disposte lungo il bulbo di ancoraggio ad interasse di 3,6m secondo la disposizione indicativa illustrata in figura per un ancoraggio di lunghezza 36 m.



Ubicazione delle barrette estensimetriche a corda vibrante

Le barrette estensimetriche dovranno essere fissate alla barra di acciaio mediante saldatura delle basi.

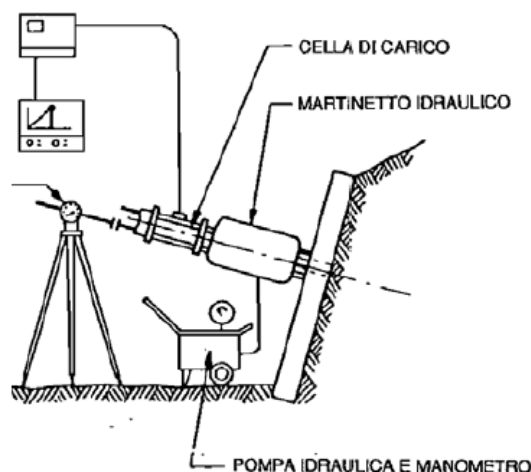


È consigliabile eseguire una verifica preliminare del funzionamento prima dell'installazione collegando lo strumento all'unità di lettura ed osservando i valori restituiti.

Lo strumento dovrà avere un campo di misura di +/- 1500microeps, risoluzione di 1 microeps o comunque adeguato a valutare correttamente lo stato tensionale sulla barra.

### **Cella di carico toroidale**

Il carico di trazione viene impresso alla barra da un martinetto idraulico ed il relativo carico viene determinato sulla base della pressione indicata dal manometro della pompa idraulica. Per verificare e misurare l'effettiva entità del carico applicato alla barra si predisporrà un secondo sistema di misura costituito da una cella di carico di forma toroidale sensibilizzata con strain gauges di tipo resistivo.



*Schema dei dispositivi di misura in testata per l'esecuzione della prova di carico*

La cella, sottoposta ad un carico, subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza, generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato. Essendo la prova con carico coassiale, la cella di carico potrà essere collocata sia a monte che a valle del martinetto idraulico previa predisposizione, se necessario, di apposita piastra di ripartizione.

Le celle di carico dovranno avere un campo di misura 0-2000kN. Il sensore di misura dovrà consentire un'accuratezza dello 0,5% del fondo scala.

### **2.15.5 Monitoraggio a lungo termine**

Per il controllo del comportamento a lungo termine degli ancoraggi si prevede di strumentare 2 ancoraggi definitivi per ogni banchinamento, scelti dalla Direzione dei Lavori, con l'installazione di celle di carico toroidali in corrispondenza della testata, posti a distanza reciproca non inferiore a 50 m. I collegamenti elettrici per gli strumenti di misura andranno alloggiati in apposito pozzetto ispezionabile ed impermeabile. Particolare attenzione verrà posta in relazione alla durabilità della parte elettrica in ambiente aggressivo

## **2.16 PALI DI CEMENTO ARMATO TRIVELLATI**

I pali trivellati sono eseguiti previa esportazione di terreno mediante attrezzature a percussione o a rotazione. La perforazione dovrà avvenire all'interno di tubazioni di rivestimento o in presenza di fanghi bentonitici.

La tubazione di rivestimento è formata da tubi collegati mediante manicotti filettati ed è dotata all'estremità inferiore di un tubo corona. Tuttavia, in presenza di terreni sabbiosi e sabbioso-limosi, suscettibili di sifonamento, la perforazione dovrà essere eseguita con varie precauzioni, quali la tubazione in avanzamento e il livello dell'acqua nella tubazione costantemente al di sopra di quello più elevato delle falde interessate dalla perforazione.

L'armatura dovrà essere mantenuta in posto mediante opportuni distanziatori atti a garantire la centratura della gabbia nei confronti dei fori ed avere un copriferro netto minimo pari a 5 cm rispetto alle barre longitudinali. Il confezionamento e la posa in opera della gabbia dovranno essere eseguiti in modo da assicurare in ogni sezione tassativamente la continuità dell'armatura: a tal fine l'impresa dovrà presentare al Direttore dei Lavori il programma di assemblaggio dei vari tronchi della gabbia in relazione all'attrezzatura che intende impiegare per la posa in opera.

Il calcestruzzo dovrà essere messo in opera con continuità mediante un tubo convogliatore in acciaio, così da non provocare la segregazione della malta dagli inerti e la formazione di vuoti dovuti alla presa difettosa del calcestruzzo, a causa di insufficiente altezza di calcestruzzo nel tubo convogliatore, di inadeguata lavorabilità del calcestruzzo, di estrazione ritardata del tubo convogliatore.

Il sollevamento del tubo convogliatore dovrà essere eseguito in modo da evitare il trascinarsi del calcestruzzo.

Nel caso di impiego di fanghi bentonitici questi dovranno essere ottenuti miscelando, fino a formare una sospensione finemente dispersa, acqua, bentonite in polvere e additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.).

Il tipo di bentonite (certificato dal fornitore) da impiegare, di sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori, dovrà essere scelto in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo. Il dosaggio in bentonite (espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua) deve risultare non inferiore al 4% e non superiore al 10% e, comunque, essere tale da mantenere la stabilità dello scavo. Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione dovranno assicurare la suddivisione minuta delle particelle di bentonite sospese.

In ogni caso dovranno essere installate vasche di «maturazione» dei fanghi, nelle quali questo dovrà rimanere per un tempo adeguato, prima del suo impiego nella perforazione.

Le caratteristiche dei fanghi pronti per l'impiego devono essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico: non superiore a 1,1 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh: compresa tra 30" e 60"
- temperatura:  $\geq 5^{\circ}$  C.

Nelle formazioni argillose compatte, il fango non deve tendere a cedere acqua e a rigonfiare le formazioni medesime.

Prima di porre in opera l'armatura e di iniziare il getto dei calcestruzzi dovrà essere pulito il fondo del foro e controllata la lunghezza dei fori stessi.

I pali portanti, di qualsiasi tipo e forma, dovranno essere sottoposti a prove di carico, che interesseranno la percentuale dei pali stessi stabilita dalla Direzione dei Lavori; le prove di carico saranno effettuate a cura ed a spese del Contraente Generale ed in ogni caso prima della realizzazione delle strutture che gli stessi sono destinati a sopportare e prima di eventuali strutture di collegamento tra i pali stessi e dovranno dimostrare, sotto un carico uguale ad 1,5 volte il carico di progetto, mantenuto per non meno di 24 ore, il buon comportamento del palo e durante lo scarico e sino alla fine dello stesso il recupero del cedimento non dovrà essere inferiore ad 1/3 del cedimento totale ricavato a 24 ore del raggiungimento del carico di prova

### **2.16.1 Prove di verifica dei pali**

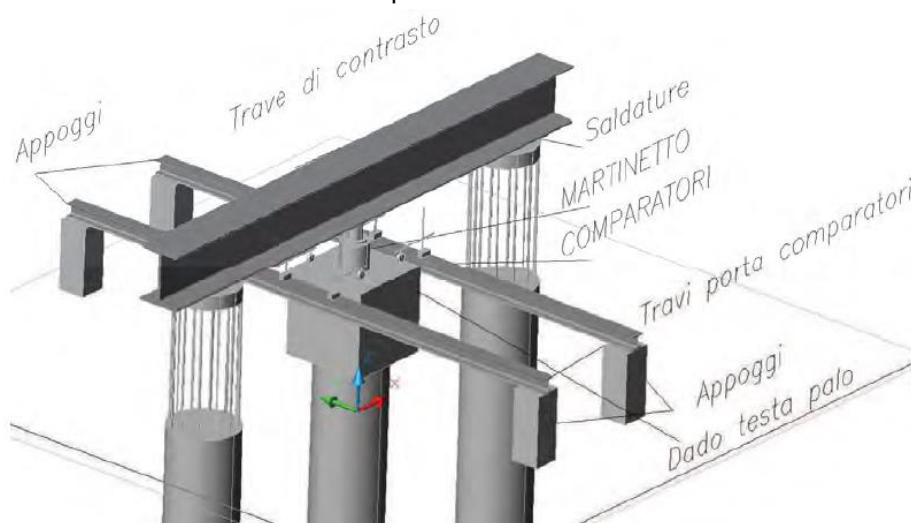
In ottemperanza alle previsioni delle NTC 2008 sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica della corretta esecuzione e del comportamento sotto azioni di progetto. Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE. In presenza di pali strumentati il valore di prova può essere ridotto a 1,2 volte l'azione SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti dal Collaudatore e, in ogni caso, non possono essere inferiori a quanto indicato al §6.4.3.7.2 delle NTC2008

### **2.16.2 Modalità esecutive delle prove di verifica**

L'esecuzione delle prove di carico dovrà avvenire secondo le indicazioni previste dalle "Procedure per l'esecuzione e l'interpretazione di prove di carico assiale di compressione su pali di fondazione" (CNR – Norme Tecniche – Anno XXXIII N.191). I pali da sottoporre a prova di verifica devono essere scelti dalla Direzione dei Lavori dopo la costruzione, prediligendo comunque un'equa distribuzione delle prove sui tre conci di Banchina (almeno una prova di verifica del palo in acciaio ed una prova del palo in cls per ogni conco). La prova viene eseguita mediante la spinta di uno o più martinetti idraulici con corsa > 200 mm posti tra la testa del palo e un'adeguata struttura di contrasto e posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo. I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Nel caso di impiego di più martinetti occorre che i martinetti siano uguali e l'alimentazione del circuito idraulico sia unica. La struttura di contrasto può essere costituita da una trave solidale ai due pali adiacenti il palo oggetto di prova.

La misura degli spostamenti della testa del palo, che avviene con comparatori centesimali con corsa massima non inferiore ai 50 mm, disposti a 120°, in modo da permettere il controllo di eventuali rotazioni, deve essere riferita a punti fissi non influenzati dalle operazioni di prova; a tale scopo si utilizzano travi porta comparatori appoggiate all'esterno dell'area di influenza della prova.



*Prova di carico su palo con struttura di contrasto su pali adiacenti*

La misura degli abbassamenti della testa del palo anche con livello ottico o teodolite posto ad almeno 10 m di distanza dal punto di prova. Gli strumenti impiegati per le prove devono essere tarati e controllati da un laboratorio ufficiale.

Dopo il montaggio dei comparatori e prima dell'esecuzione delle prove saranno eseguite delle letture per accertare che le variazioni termiche e/o altre cause di disturbo non risultino significative nel determinare la lettura. Per tutti i pali considerati il carico massimo da applicare durante le prove di verifica ( $Q_{max}$ ) dovrà essere scelto pari a 1,5 volte il carico di esercizio ( $Q_{es}$ ) previsto su quell'elemento:

$$Q_{max} = 1,5 Q_{es}$$

L'applicazione del carico sul palo deve essere graduale e le modalità e durata della prova sono riportate in Tabella 2.

**Tabella 2 - Modalità esecutive delle prove di verifica sui pali**

Modalità esecutiva delle Prove di verifica sui pali			
Fase di carico	Carico applicato	Sosta step di carico	Tempi di misura degli abbassamenti
		(min)	(min)
1	0,25 $Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
2	0,50 $Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
3	0,75 $Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
4	$Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
5	1,25 $Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
6	$Q_{max}=1,50Q_{es}$	30	2-5-10-15-20-30
7	$Q_{es}$	15	2-5-10-15
8	0,50 $Q_{es}$	15	2-5-10-15
9	0	30	2-5-10-15-20-30
Carico di prova $Q_{max} = Q_{es} \times 1,5$			

La prova sarà generalmente eseguita con un ciclo di carico ed uno di scarico, ma su un palo in calcestruzzo si eseguiranno due cicli completi di carico e scarico. La fase di carico raggiungerà il carico  $Q_{max}$  di prova in 6 incrementi di carico con letture a 2'-5'-10'-15'-20'-30'. Qualora tra la lettura a 20' e la lettura a 30' si registri un incremento del cedimento superiore a 0,03 mm si manterrà lo step di carico per ulteriori 30' così da eseguire la lettura finale ad 1 h dall'applicazione del carico medesimo. Lo scarico avverrà con 3 decrementi uguali fra loro con letture a 2'-5'-10'-15'. Una ulteriore lettura sarà eseguita a due ore dallo scarico completo.

### 2.16.3 Controlli di integrità sui pali trivellati

Ai sensi delle NTC2008 è necessario eseguire controlli di integrità su almeno il 5% dei pali della fondazione, con un minimo di 2 pali.

I controlli di integrità in fase esecutiva sono necessari in modo particolare per i pali di grande diametro.

Il controllo dell'integrità potrà essere effettuato con carotaggio diretto del palo o con metodi non distruttivi. Le prove non distruttive dovranno essere di tipo puntuale (cross-hole e carotaggio sonico) e interessare almeno il 5% dei pali della fondazione. L'integrità può essere controllata anche con prove non distruttive globali (prove vibrazionali) a completamento di quelle di tipo puntuale. Le prove di verifica di cui al presente articolo sono integralmente a carico del Contraente Generale.

## 2.17 PARABORDI

L'Impresa dovrà fornire e collocare in opera tutti i parabordi previsti negli elaborati di progetto esattamente nelle posizioni ivi indicate. È previsto l'utilizzo di parabordi di forma cilindrico – cava del diametro esterno 1600 mm ed interno 800 mm di lunghezza pari a 2000 mm.

I parabordi dovranno essere realizzati in gomma sintetica particolare resistente alla salsedine, all'invecchiamento, alle flessioni ripetute, all'abrasione, alla lacerazione ed all'ozono.

Tutti i parabordi dovranno essere conformi alle norme EAU 2012 (Recommendations of the Committee for Waterfront Structures, Harbours and Waterways) e dovranno essere certificati dal fornitore, il quale dovrà inoltre produrre, per ciascuna tipologia di fender, il diagramma di deformazione che dimostri un sufficiente assorbimento dell'energia dell'urto, nel rispetto dei requisiti prestazionali richiesti. La documentazione attestante le caratteristiche dei parabordi fornita dal fornitore dovrà essere approvata dalla Direzione dei Lavori. L'installazione dei parabordi dovrà essere effettuata secondo le modalità, con tutti gli accorgimenti tecnici e gli accessori indicati dal fornitore per garantire la corretta funzionalità del sistema di accosto. A carico

dell'Impresa è compreso l'onere per l'esecuzione dei vani per l'alloggiamento della ferramenta di ancoraggio e sostegno, la fornitura e posa in opera dei dispositivi di ancoraggio (catene, barre, grilli, piastre, tirafondi etc.) di acciaio zincato, e qualsiasi onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte secondo le indicazioni del produttore

## 2.18 TUBAZIONI E CONDOTTE

### 2.18.1 Costruzione delle condotte in genere

#### 2.18.1.1 *Movimentazione delle tubazioni*

##### 2.18.1.1.1 *Scavo e nicchie*

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico del Contraente Generale tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorché eccezionali

#### 2.18.1.2 *Posa della tubazione*

##### 2.18.1.2.1 *Posa in opera dei tubi*

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

È vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

## **2.18.2 Costruzione delle condotte in pead**

### **2.18.2.1 Norme da osservare**

Per la movimentazione, la posa e la prova delle tubazioni in PEAD (polietilene ad alta densità) saranno osservate le prescrizioni contenute nelle Raccomandazioni I.I.

### **2.18.2.2 Posa in opera e rinterro**

#### **Profondità di posa**

La profondità di posa misurata dalla generatrice superiore del tubo in PEAD dovrà essere almeno 1,00 m ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione dei Lavori in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

In caso di altezza di rinterro minore del valore minimo sopra indicato, occorre utilizzare tubi di spessore maggiore o fare assorbire i carichi da manufatti di protezione.

#### **Letto di posa**

Prima della posa in opera del tubo, sarà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente, quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato quanto meno per 15 cm per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm misurato sulla generatrice superiore.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati.

#### **Posa della tubazione**

L'assieme della condotta può essere effettuato fuori dallo scavo e quindi la posa della condotta avverrà per tratti successivi utilizzando mezzi meccanici.

Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eventuali difetti ed accuratamente puliti alle estremità; i tubi inoltre saranno tagliati perpendicolarmente all'asse.

I terminali dei tratti già collegati che per un qualunque motivo debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi ermeticamente onde evitare l'introduzione di materiali estranei.

Gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare la posa in opera di opportuni nastri segnaletici sopra la condotta al fine di facilitarne la esatta ubicazione in caso di eventuale manutenzione.

#### **Rinterro**

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;
- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una



zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;

- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante. Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il riscoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare

### **2.18.2.3 Giunzioni e collegamenti**

#### **Giunzioni**

Le giunzioni delle tubazioni in PEAD saranno eseguite, a seconda del tipo stabilito, con le seguenti modalità.

#### **Giunzione per saldatura**

Essa deve essere sempre eseguita:

- da personale qualificato;
- con apparecchiature tali da garantire che gli errori nelle temperature, nelle pressioni, nei tempi ecc. siano ridotti al minimo;
- in ambiente atmosferico tranquillo (assenza di precipitazioni, di vento, di eccessiva polverosità).

#### **Saldatura per polifusione nel bicchiere**

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema (norme UNI EN 12201-1 e UNI EN 12201-3).

In tale tipo di giunzioni la superficie interna del bicchiere (estremità femmina) e la superficie esterna della estremità maschio, dopo accurata pulizia con apposito attrezzo, vengono portate contemporaneamente alla temperatura di saldatura mediante elemento riscaldante che dovrà essere rivestito sulle superfici interessate con PTFE (politetrafluoroetilene) o similari.

Le due estremità vengono quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione, evitando ogni spostamento assiale e rotazione.

La pressione deve essere mantenuta fino al consolidamento del materiale. La temperatura dell'attrezzo riscaldante sarà compresa nell'intervallo di  $250 \pm 10$  °C.

#### **Saldatura testa a testa**

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

Questo tipo di saldatura viene realizzata con termoelementi costituiti in genere da piastre di acciaio inossidabile o di lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE (politetrafluoroetilene) e fibra di vetro, o con uno strato di vernice antiaderente. Tali elementi saranno riscaldati con resistenze elettriche o con gas con regolazione automatica della temperatura.

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

#### **Preparazione delle testate da saldare**

Le testate dei manufatti devono essere preparate per la saldatura testa a testa creando la complanarità delle sezioni di taglio per mezzo di frese che possono essere manuali per i piccoli diametri ed elettriche per i diametri e gli spessori più alti; queste ultime devono avere velocità moderata per evitare il riscaldamento del materiale. Le testate così predisposte non devono essere toccate da mani o da altri corpi untuosi; nel caso ciò avvenisse dovranno essere accuratamente sgrassate con trielina od altri solventi idonei.

### **Esecuzione della saldatura**

I due pezzi da saldare vengono quindi messi in posizione e bloccati con due ganasce collegate con un sistema che ne permetta l'avvicinamento e che dia una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento viene inserito fra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà quindi allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento.

Al tempo previsto il termoelemento viene estratto e le due testate vengono spinte l'una contro l'altra alla pressione sotto indicata fino a che il materiale non ritorna allo stato solido.

La saldatura non deve essere rimossa se non quando la zona saldata si sia raffreddata spontaneamente alla temperatura di circa 60 °C.

Per una perfetta saldatura il PEAD richiede:

- temperatura superficiale del termoelemento  $200 \pm 10$  °C;
- tempo di riscaldamento variabile in relazione allo spessore;
- pressione in fase di riscaldamento, riferita alla superficie da saldare, tale da assicurare il continuo contatto delle testate sulla piastra (valore iniziale 0,5 kgf/cma).

### **Giunzioni elettrosaldabili**

Tali giunzioni si eseguono riscaldando elettricamente il bicchiere in PEAD nel quale è incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario per portare alla fusione il polietilene; sono consigliabili quando si devono assiemare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (es. riparazioni).

L'attrezzatura consiste principalmente in un trasformatore di corrente che riporta la tensione adatta per ogni diametro di manicotto e ne determina automaticamente i tempi di fusione e sarà impiegata secondo le istruzioni del fornitore.

Per una buona riuscita della saldatura è necessario accertarsi che le superfici interessate alla giunzione (interna del manicotto ed esterna dei tubi) siano assolutamente esenti da impurità di qualsiasi genere ed in particolare modo prive di umidità ed untuosità. Le parti che si innestano nel manicotto devono essere precedentemente raschiate con un coltello affilato onde togliere l'ossidazione superficiale del materiale.

A saldatura ultimata, la stessa non sarà forzata in alcun modo se non fino a quando la temperatura superficiale esterna del manicotto sia spontaneamente scesa sotto i 50 °C.

### **Giunzione mediante serraggio meccanico**

Può essere realizzata mediante i seguenti sistemi.

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

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

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

### **Giunzione per flangiatura**

Per la flangiatura di spezzoni di tubazione o di pezzi speciali si usano flange scorrevoli infilate su collari saldabili in PEAD.

I collari, data la resistenza che devono esercitare, saranno prefabbricati dal fornitore dei tubi e saranno applicati (dopo l'infilaggio della flangia) mediante saldatura di testa. Le flange saranno quindi collegate con normali bulloni o tiranti di lunghezza appropriata, con l'inserimento di idonee guarnizioni in tutti i casi. Le flange, a secondo dell'uso della condotta, potranno essere di normale acciaio al carbonio protetto con rivestimento di plastica; a collegamento avvenuto, flange e bulloni verranno convenientemente protetti contro la corrosione.

### **Collegamenti fra tubi in PEAD e tubazioni di altro materiale**

Il collegamento fra tubi in PEAD in pressione e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale (gres, amianto cemento, ecc.) avviene generalmente o con una giunzione mediante serraggio meccanico o mezzo flange con collari predisposti su tubo.

In questi casi è preferibile, data la diversità di caratteristiche fra le tubazioni, il collegamento tramite pozzetto di ispezione.

#### **2.18.2.4 Ancoraggi e prova delle condotte in pead per acquedotto**

Eseguiti i necessari ancoraggi secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori, si procederà alla prova idraulica della condotta.

La prova si intende riferita alla condotta con i relativi giunti, curve, T, derivazioni e riduzioni escluso quindi qualsiasi altro accessorio idraulico e cioè: saracinesche, sfiati, scarichi di fondo, idranti, ecc.

La prova idraulica in opera dei tubi in PEAD sarà effettuata a tratte di lunghezza opportuna.

Come prima operazione si dovrà procedere ad ancorare la condotta nello scavo mediante parziale riempimento con terra vagliata, con l'avvertenza però di lasciare i giunti scoperti ed ispezionabili: ciò per consentire il controllo della loro tenuta idraulica e per evitare comunque il movimento orizzontale e verticale dei tubi sottoposti a pressione.

Si procederà quindi al riempimento con acqua dal punto più depresso della tratta, ove verrà installato pure il manometro.

Si avrà la massima cura nel lasciare aperti rubinetti, sfiati ecc. onde consentire la completa fuoriuscita dell'aria.

Riempita la tratta nel modo sopra descritto la si metterà in pressione a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un kgf/cm<sup>2</sup> al minuto primo fino a raggiungere la pressione di esercizio.

Questa verrà mantenuta per il tempo necessario per consentire l'assestamento dei giunti e l'eliminazione di eventuali perdite che non richiedono lo svuotamento della condotta.

##### *Prova a 1 ora (preliminare-indicativa)*

Si porterà la tratta interessata alla pressione di prova idraulica (1,5 volte la pressione nominale a 20 °C) e si isolerà il sistema dalla pompa di prova per un periodo di 1 ora; nel caso di calo di pressione si misurerà il quantitativo di acqua occorrente per ripristinare la pressione di prova.

Tale quantitativo non dovrà superare il quantitativo d'acqua ricavato con la seguente formula: 0,125 l per ogni km di condotta, per ogni 3 bar, per ogni 25 mm di diametro interno.

##### *Prova a 12 ore*

Effettuata la prova a 1 ora ed avendo ottenuto risultato positivo, si procederà al collaudo a 12 ore lasciando la tratta interessata alla pressione di prova (1,5 volte la pressione nominale) per tale periodo.

Trascorso tale termine, nel caso di calo di pressione, il quantitativo di acqua necessaria per ristabilire la pressione di prova non dovrà superare il quantitativo di acqua ottenuto con la precedente formula riferita a 12 ore. Solo in quest'ultimo caso, il collaudo sarà da ritenersi positivo.

### **2.18.3 Garanzie e documentazione**

#### **2.18.3.1 Garanzia degli impianti**

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Affidatario dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

### **2.18.3.2 Prove dell'impianto**

Tutte le prove che la Direzione dei Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Affidatario compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

### **2.18.4 Documentazione**

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo.

## **2.19 SISTEMA DI MONITORAGGIO**

L'esercizio ha lo scopo di verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico tra le stesse previsioni e quanto misurato mediante la strumentazione installata.

Prima dell'inizio dell'esecuzione delle opere sarà predisposto un piano operativo di monitoraggio per il controllo del comportamento del terreno e delle strutture sia durante i lavori e sia in fase di esercizio. Tale piano sarà redatto a cura del Contraente Generale sulla base del programma di monitoraggio indicato nel progetto e, sentito il progettista, sottoposto alla DL per l'approvazione.

In tale piano dovranno essere chiaramente indicate le ipotesi formulate per la valutazione dei cedimenti e del grado di consolidazione dei terreni, e degli spostamenti e delle deformazioni delle strutture.

Nel piano dovranno inoltre essere indicati: la frequenza delle letture in corso d'opera ed in fase di esercizio; il periodo di tempo nel quale si devono proseguire le misure durante l'esercizio e la frequenza delle letture da effettuare dopo il collaudo, per la vita dell'opera.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivati dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio dovranno essere condotti con particolare sistematicità e cura, secondo indicazioni che saranno date dalla DL, sentito il progettista, in modo da consentire l'archiviazione e la conseguente creazione di un "data base" da utilizzare a beneficio delle opere che saranno costruite nel futuro.

Il piano di monitoraggio dovrà tenere conto dell'affidabilità degli strumenti da utilizzare, della loro semplicità nell'installazione e nella relativa misura, della robustezza e, non ultimo, dei possibili disagi che l'allestimento delle sezioni strumentate comporta all'intera organizzazione di cantiere.

La strumentazione posta in opera dovrà inoltre avere alcuni requisiti funzionali che andranno verificati, certificati e documentati anche quando l'evoluzione tecnologica metterà a disposizione materiali più sofisticati e dispositivi più perfezionati:

- campo di misura o fondo scala ("range");
- massimo campo di misura sopportato dello strumento ("over range");
- ripetitività delle misure;
- precisione;
- durabilità ed affidabilità.

La lettura e l'interpretazione delle misurazioni durante la costruzione e sino alla data di emissione del certificato di collaudo finale, questa compresa, saranno eseguite a cura del Contraente Generale, da personale qualificato.

### **2.19.1.1 Monitoraggio inclinometrico**

La misura dell'andamento degli spostamenti orizzontali con la profondità del terreno verrà effettuato mediante misure eseguite su colonne inclinometriche di lunghezza opportuna.

Lo stato deformativo del tubo è rilevato mediante misure condotte con sonde rimovibili. Le misure inclinometriche consistono nel rilevamento e nella restituzione grafico/numerica degli spostamenti nella direzione radiale.

L'inclinometro è composto da un tubo inclinometrico, da una sonda, da una centralina di misura e dal relativo cavo di connessione.

I tubi utilizzati solidarizzati alle strutture di banchina possiedono, al loro interno, 4 scanalature di guida entro cui scorre la sonda rimovibile. Le 4 scanalature sono tra loro ortogonali ed hanno la funzione di guidare ed orientare le sonde durante le letture.

I tubi, in ABS o PVC, hanno in genere lunghezza di 3 m, spessore circa 3 mm e diametri nominali 60 mm, giuntati mediante manicotti.

Ai fini della precisione delle misure è importante che le scanalature dei tubi presentino una spirallatura inferiore a 0.5° per metro.

Caratteristiche tecniche del tubo inclinometrico:

- |  |   |
|--|---|
| - materiale                              | ABS o PVC;                                |
| - diametro esterno                       | min. 60 mm;                               |
| - lunghezza spezzoni                     | 3 metri;                                  |
| - spessore                               | min. 2.5 mm;                              |
| - max torsione ammissibile               | >1°/1 m :                                 |
| - max compressione lungo l'asse del tubo | 1% della lunghezza spezzone;              |
| - manicotto di giunzione                 | auto-allineante sui due spezzoni di tubo; |
| - lunghezza manicotto                    | 200 mm.                                   |

La sonda inclinometrica è costituita da un contenitore cilindrico con lunghezza compresa tra 70 e 100 cm, munito di due carrelli per lo scorrimento nelle guide dei tubi; al suo interno è alloggiato il sensore di misura (biassiale) che dovrà essere di tipo servoaccelerometrico (sonde rimovibile).

I due servoaccelerometri (denominati A e B) forniscono l'inclinazione del tubo in due piani verticali mutuamente ortogonali consentendo di calcolare, a partire dalle misure, le componenti degli spostamenti orizzontali in un qualsiasi sistema di riferimento cartesiano ortogonale.

La distanza tra il carrellino superiore e quello inferiore della sonda (lunghezza operativa), che è generalmente di 0.5 metri, costituisce il passo minimo con il quale è possibile effettuare le misure. La sonda dovrà permettere le misure all'interno di tubi aventi diametro tra le guide da 40 a 85 mm.

Dato che le letture inclinometriche sono di tipo comparativo (gli eventuali spostamenti nel tempo vengono riferiti alla lettura iniziale), fondamentale requisito delle misurazioni è la ripetibilità. Pertanto la sonda deve essere realizzata secondo elevati standard qualitativi e i materiali impiegati devono rispondere a severe specifiche prestazionali rispetto ai diversi fattori d'esercizio che possono alterare nel tempo la sensibilità e precisione della sonda. In particolare, per la sonda biassiale, devono essere garantiti elevati standard qualitativi miranti ad assicurare la massima ortogonalità tra gli assi dei sensori e l'allineamento con il piano carrello.

Inoltre, per assicurare la precisione delle letture inclinometriche, è altrettanto essenziale che la sonda sia sottoposta periodicamente ad un accurato controllo di taratura.

Caratteristiche tecniche della sonda:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| - tipo di misura         | inclinometrica continua in tubo scanalato;  |
| - tipo di sensore        | servoaccelerometro biassiale;               |
| - campi di misura        | ±30°;                                       |
| - precisione sensore     | ±0.1 mm / 500 mm;                           |
| - campo di temperatura   | -20 +70 °C;                                 |
| - carrello porta sensore | sonda a rotelle basculanti in acciaio inox; |
| - interasse rotelle      | 500 mm;                                     |
| - sensibilità            | ±0.05 mm per 500mm;                         |
| - precisione             | ±0.1% f.s.;                                 |
| - ripetibilità           | 0.01% f.s.,                                 |

La centralina di misura è uno strumento di misura di precisione, contenuto in un involucro realizzato in robusto materiale con adeguato grado di protezione, con il quale si:

- alimentano i sensori della sonda;
- amplificano i segnali rilevati;

- registrano o visualizzano i valori di lettura.

A secondo delle modalità di acquisizione dei valori di lettura, abbiamo due tipi di centraline: manuale ed automatico.

Caratteristiche tecniche della centralina di misura:

- errore massimo  $\pm 0.6$  mm / 50 m;
- range di calibrazione 0÷30 mm;
- display 4.5 digit LCD;
- classe d'isolamento IP63.

Il cavo di connessione sostiene la sonda nel tubo durante le varie posizioni di misura, fornisce l'alimentazione ai sensori e trasmette i segnali rilevati alla centralina di misura. Un idoneo cavo deve assicurare un carico a rottura di almeno 200 – 250 kgf ed allungamento del 5% con un carico di 20 kg, mentre i connettori devono essere a tenuta stagna almeno fino a 10 bar.

Si evidenzia che, ad oggi, nonostante la larga diffusione dell'utilizzo delle misure inclinometriche come strumento di monitoraggio geotecnico e strutturale, e nonostante le numerose pubblicazioni scientifiche in materia, non è stata ancora definita una normativa per l'elaborazione delle misure inclinometriche e per la rappresentazione dei risultati, né tanto meno sono state mai fornite delle linee guida sul tema. Nelle applicazioni pratiche è quindi consuetudine riportare le misure e le elaborazioni delle letture senza applicare procedure di analisi e correzione dei dati, in riferimento ad errori accidentali, grossolani o sistematici qualora presenti. Per una corretta interpretazione dell'eventuale fenomeno di dissesto/cedimento in atto è quindi opportuno tenere in considerazione le caratteristiche tecniche della strumentazione ed i metodi di misura. Si fa presente che, operando in accordo con le "Raccomandazioni ISRM per il controllo dei movimenti nell'ammasso roccioso tramite inclinometri e clinometri, 1977", nonostante la grande quantità di fattori che possono dar luogo a vari tipi di errore, è possibile ottenere risultati molto prossimi a quelli che la sensibilità e la precisione dello strumento impiegato sono in grado di fornire, ed è in questo senso opportuno procedere sempre, a monte dell'interpretazione delle elaborazioni, ad una preliminare valutazione delle grandezze attese e riscontrate in relazioni ai valori di accuratezza della strumentazione utilizzata.

### **2.19.1.2 Monitoraggio delle tensioni mediante celle di carico**

La valutazione del carico trasferito al sistema di ancoraggio verrà effettuata mediante celle di carico toroidali di tipo elettrico installate in corrispondenza del collegamento tra i tiranti ed i pali del paramento lato mare.

Per garantire una ripartizione uniforme del carico sull'intero corpo della cella, si richiede l'installazione di una piastra in acciaio, di spessore minimo pari a 30 mm e diametro superiore almeno 20 mm rispetto a quello della cella, da inserire tra la cella e la testa di ancoraggio.

Per il corretto funzionamento della cella, questa deve essere interposta tra due piastre d'acciaio che devono essere più rigide della cella stessa. Inoltre, bisogna evitare piastre con fori centrali molto più piccoli della cella per evitare la flessione sotto carico della piastra stessa. Analogamente la piastra d'appoggio non può essere più sottile della cella né montata a sbalzo su tubi ecc. In sintesi, la cella di carico deve essere l'elemento più deformabile dell'insieme testa tirante.

La cella di carico verrà messa in opera prima di eseguire il tensionamento del tirante.

Prima di procedere alla messa in opera, sarà necessario eseguire una misura di controllo della cella di carico "scarica" direttamente al manometro o con la centralina, riportando in entrambi i casi il valore letto.

Si ricorda che, successivamente alla tesatura del tirante, si verifica un assestamento di tutto il sistema e quindi una diminuzione del valore di carico, stimabile intorno al 10÷15 %.

Per le celle elettriche, la misura del carico può essere effettuata manualmente mediante centraline portatili per misure o mediante un sistema di acquisizione dati automatico. Le celle elettriche sono provviste generalmente di un connettore che viene collegato direttamente all'unità di lettura.

Le celle di carico installate dovranno avere un fondo scala non inferiore a 2500 kN, con precisione inferiore a 0.5 % del fondoscala.



## 3 NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

### 3.1 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

L'Affidatario deve, senza corrispettivo, fornire tutti gli utensili, gli strumenti e gli operai necessari all'esecuzione, sul posto dei lavori, degli accertamenti, delle misure e degli eventuali saggi da eseguire in sede di collaudo. È, inoltre, obbligato a ripristinare a proprie spese senza alcun compenso ciò che sia stato alterato o demolito. Quando venga richiesto, è pure tenuto a prestare, nei casi suddetti, la sua opera di assistenza personale.

L'Affidatario deve tempestivamente chiedere alla Direzione dei Lavori la misurazione in contraddittorio di quei lavori e somministrazioni che, in progresso dei lavori, non si possono più accertare, come pure deve tempestivamente richiedere che si proceda in contraddittorio alla misura ed alla pesata di tutto ciò che deve essere misurato, prima della posa in opera. Verranno riconosciute soltanto le opere o parti di opere finite e con controllo di accettazione positivo, non verranno riconosciuti i materiali a piè d'opera.

Resta pertanto tassativamente convenuto che, se per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, talune quantità non siano esattamente accertate, il Contraente Generale deve accettare la valutazione fatta dalla Direzione dei Lavori, e sottostare a tutte le spese ed a tutti i danni che, per tardiva ricognizione, gli possano derivare. Così, pure, non sono in alcun modo prese in considerazione le variazioni più accurate di quanto prescritto.

Tutti i prezzi si intendono comprensivi degli oneri per l'effettuazione delle prove di accettazione prescritte dalle vigenti norme e di quelle aggiuntive eventualmente ordinate dal Direttore dei Lavori per l'accertamento della qualità e delle caratteristiche dei materiali impiegati o da impiegarsi, per cui nessun compenso aggiuntivo è dovuto al Contraente Generale per l'esecuzione di dette prove.

### 3.2 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI A MISURA

Le misure per le categorie di lavoro eseguite a misura saranno prese in contraddittorio, a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate sui libretti delle misure, su supporti informatici e cartacei firmati dagli incaricati della Direzione dei Lavori e del Contraente Generale. Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo in corso d'opera.

I lavori saranno pagati in base alle effettive misure rilevate applicando i prezzi dell'Elenco Prezzi al netto del ribasso d'asta. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione ampliamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dalla Direzione dei Lavori.

I prezzi contrattuali al netto del ribasso d'asta sono comprensivi di tutti gli oneri generali e speciali specificati negli atti contrattuali e nel presente C.S.A. ed ogni altro onere che, pur se non esplicitamente richiamato, deve intendersi consequenziale nella esecuzione e necessario per dare il lavoro completo a perfetta regola d'arte. Nei prezzi contrattuali sono, dunque, compensate tutte le spese principali e accessorie, le forniture, i consumi, la mano d'opera, il carico, il trasporto e lo scarico, ogni lavorazione e magistero per dare i lavori ultimati nel modo prescritto, le spese generali e l'utile del Contraente Generale.

### 3.3 NORME GENERALI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI A CORPO

Tutti i lavori a corpo sono valutati e retribuiti secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente C.S.A. e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto, nessun compenso può essere richiesto per lavori, finiture e prestazioni che, ancorché non

esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o da altra documentazione progettuale. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata in base a percentuali di avanzamento del lavoro complessivo; dette percentuali sono desunte dal Direttore dei Lavori in base alle lavorazioni eseguite ed ai componenti messi in opera alla data della rilevazione, confrontando tali quantità con il computo metrico estimativo di progetto.

I lavori saranno pagati in base alle misure fissate dal progetto anche se le stesse, all'atto della misurazione, dovessero risultare superiori; potrà tenersi conto di maggiori dimensioni soltanto nel caso che le stesse siano state ordinate per iscritto dal Responsabile del procedimento.

L'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico hanno validità ai soli fini della determinazione del prezzo a base d'asta in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto il Contraente Generale è tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

### 3.4 CONGLOMERATI E CALCESTRUZZI

Tutti i conglomerati e calcestruzzi sono stati valutati a metro cubo e verranno compensati a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico.

I calcestruzzi, sia armati che non armati, per strutture di fondazioni, travi di coronamento, sovrastrutture, solette ecc. verranno valutati in base al volume effettivo, senza detrazione del volume occupato dall'armatura metallica, dedotto da misure geometriche deducendo i vuoti di sezione superiore a 0,20 m<sup>2</sup>.

Nel prezzo per metro cubo è di norma compreso l'onere dei ponti di servizio per il versamento, la formazione di fori, canalette, cassette e simili, le operazioni per la formazione dei giunti e la vibratura, la posa in opera degli inserti metallici, la realizzazione degli scassi, la posa in opera dei dispositivi di ancoraggio delle bitte, la formazione dei pozzetti di servizio, la posa in opera all'interno del getto di calcestruzzo delle tubazioni previste per il passaggio dei servizi, la posa in opera degli elementi di ancoraggio delle scalette alla marinara in acciaio inox AISI 316L, il "curing" delle superficie di getto fresco da eseguirsi con idonea emulsione da applicare a spruzzo e quanto altro per dare l'opera finita a regola d'arte.

Eventuali diverse disposizioni per i sopraddetti oneri sono indicate nei relativi prezzi di elenco.

Nei prezzi di Elenco dei calcestruzzi, conglomerati cementizi, armati o meno, sono anche compresi e compensati la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali necessari, la mano d'opera, i ponteggi, le attrezzature ed i macchinari per la confezione ed in genere tutti gli obblighi ed oneri esecutivi.

Nei prezzi unitari dei calcestruzzi per opere di cemento armato sono esclusi gli oneri per la fornitura e posa in opera degli acciai per cementi armati e per le casseforme, che verranno considerati a parte

### 3.5 CASSEFORME E CENTINATURE

Le casseforme sono state valutate a metro quadrato in base allo sviluppo delle facce a contatto del calcestruzzo e/o conglomerato e verranno compensate a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico.

L'onere delle armature principali di sostegno delle casseforme per i getti di conglomerato cementizio, semplice od armato, a qualunque altezza, è compreso in genere nei prezzi di Elenco relativi a detti getti e, nel caso di valutazione scorporata delle casseforme, nel prezzo relativo a queste ultime. Lo stesso vale per le armature di sostegno delle casseforme per piattabande, travate e sbalzi, o di sostegno della centinatura per volte, per opere fino a 10,00 m di luce netta o di aggetto.

Per luci maggiori le armature principali di sostegno saranno compensate a parte e saranno valutate con i criteri che, caso per caso, verranno appositamente stabiliti.

### 3.6 ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A. E IN C.A.P

L'acciaio per le strutture in c.a. e in c.a.p. è stato valutato al chilogrammo e verrà compensato a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico. La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecutivi approvati, trascurando le quantità superiori, le legature e le sovrapposizioni non previste né necessarie. Resta inteso che l'acciaio per l'armatura della sovrastruttura in c.a. delle travi di coronamento dovrà essere zincato a caldo (la zincatura verrà compensata con prezzo a parte) e sarà dato in opera nelle casseforme, con tutte le piegature, le sagomature, le giunzioni, le sovrapposizioni e le legature prescritte ed in genere con tutti gli oneri previsti nel presente C.S.A

### 3.7 SCAVI FUORI ACQUA

Gli scavi fuori acqua (di sbancamento o a sezione obbligata) sono stati valutati a metro cubo e verranno compensati a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico.

Con i relativi prezzi l'Affidatario si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per l'esecuzione di tutti gli scavi previsti, compresi quelli di scotico sulle aree e per gli spessori indicati negli elaborati di progetto, in materie di qualsiasi natura e consistenza sia asciutte che bagnate, compresi i trovanti di volume inferiore a 0,30 mc e lo sradicamento di ceppaie;
- per il paleggiamento su mezzi di trasporto, l'accantonamento e la successiva ripresa da appositi siti indicati dal D.L. nell'ambito del cantiere; si intende compreso in tal senso lo spostamento del materiale proveniente dagli scotichi finalizzato alla formazione delle fasce verdi sul perimetro delle aree destinate alla logistica;
- per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il successivo rinterro delle murature, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente C.S.A., comprese composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamenti, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo, sia per la formazione di rilevati, passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per il mantenimento all'asciutto degli scavi e l'aggettamento e smaltimento delle acque, al caso installando e tenendo in esercizio idonee stazioni di pompaggio, sia per le acque meteoriche che per le acque della falda freatica;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi fuori acqua previsti in progetto;
- per l'ottenimento di ogni e qualsivoglia autorizzazione necessaria per lo svolgimento dell'attività di che trattasi.

Per il computo degli scavi da contabilizzarsi a misura, si potrà ricorrere a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori al calcolo mediante formule geometriche o al confronto fra rilievi di prima e seconda pianta (da effettuarsi a cura e spese dell'Affidatario), in considerazione dell'estensione e della rilevanza degli scavi di che trattasi.

Il trasporto a rifiuto a qualsiasi distanza del materiale non utilizzabile, compresi i relativi oneri di discarica, e il rinterro o riempimento di cavi con materiale proveniente dagli scavi saranno compensati a parte.

### 3.8 RINTERRI E RILEVATI PER PIAZZALI DI BANCHINA

Tutti i rinterri ed i rilevati necessari per la realizzazione di piazzali di banchina sono stati valutati a metro cubo e verranno compensati a corpo. Con i relativi prezzi l'Affidatario si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per la fornitura e posa in opera di tutti i materiali necessari per l'esecuzione dei rilevati e dei rinterri a tergo dei banchinamenti previsti in progetto (con tout venant di cava e di pietrisco di cava e/o materiali provenienti dagli scavi);
- per spianamenti, costipazione e bagnatura del materiale;

- per la fornitura e posa in opera dei maggiori quantitativi di materiale necessario per compensare i cedimenti che subiranno le opere;
- per la presenza all'interno dei rilevati di travi, tubazioni di smaltimento delle acque meteoriche, dei cavidotti per gli impianti idrico, antincendio, elettrico e in generale di tutte le opere e manufatti previste in progetto;
- per ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita a regola d'arte e alle quote prescritte da progetto;
- per la verifica del raggiungimento di dette quote potrà essere richiesta dalla Direzione dei Lavori l'esecuzione di rilievi a cura e spese del Contraente Generale

### 3.9 PALI TRIVELLATI IN C.A

Tutti i pali in c.a. nell'ambito dei lavori in oggetto verranno compensati a corpo. Con i relativi prezzi sono comprese e compensate:

- tutte le forniture, mano d'opera e magisteri per la formazione del foro;
- la rimozione di trovanti, massi naturali e/o artificiali che non consentano la regolare esecuzione dei pali;
- la scapitozzatura delle teste;
- l'onere di eventuali sovrasspessori di scavo e di calcestruzzo sia alla base che lungo il fusto del palo;
- l'esecuzione delle prove da effettuare sui pali;
- il carico e il trasporto a distanza fino a 5.000 m del materiale di risulta (esclusi gli oneri di scarica);
- gli oneri per la fornitura e posa in opera all'interno dei pali di tubi di acciaio da 2" per il successivo inserimento di strumenti di misura e dei relativi oneri per la presenza all'interno dei getti della strumentazione eventualmente prevista per il monitoraggio strutturale;
- ogni eventuale altro onere per dare il palo completo in ogni sua parte.

Gli scavi a vuoto necessari per procedere alla realizzazione dei pali, la fornitura e posa in opera dell'acciaio di armatura e l'impiego del tubo forma saranno compensati a parte.

### 3.10 DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO CON TIRANTI

I dispositivi di ancoraggio con tiranti inclinati con barre DYWIDAG  $\phi$  47 (completi di testate di ancoraggio, piastrame, dispositivi di messa in tiro) saranno compensati a corpo. Nel compenso si intendono compresi tutti gli oneri relativi alla realizzazione dei tiranti previsti nell'ambito del progetto, secondo le modalità costruttive descritte negli elaborati di progetto.

I prezzi a corpo comprendono altresì la realizzazione dei tiranti preliminari da sottoporre alle prove prescritte dalle vigenti norme (campo prove), in numero almeno pari al minimo indicato dalle suddette norme, nonché l'effettuazione delle ulteriori prove eventualmente richieste dalla Direzione dei Lavori ai fini dell'accettazione dei tiranti definitivi (quali, a titolo di esempio, le prove su campioni di terreno trattato con jet grouting).

### 3.11 RETE DI DRENAGGIO DEI PIAZZALI

Le reti di drenaggio dei piazzali previsti in progetto verranno compensate a misura utilizzando le relative voci di Elenco prezzi (per tubazioni, chiusini, pozzetti, ecc.).

Scavi, rinterrati, rinfilanchi saranno compensati a parte.

### 3.12 FONDAZIONI STRADALI

Le fondazioni stradali previste in progetto verranno compensate a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico. Le fondazioni stradali compensate a misura saranno computate a volume, in opera dopo il compattamento. Il calcolo del volume sarà fatto assumendo la larghezza sommitale dello strato di pavimentazione teorica di Progetto, senza tenere conto d'eventuali eccedenze, misurando la lunghezza

sull'asse mediano di ciascuna carreggiata e determinando lo spessore medio sulla base di sondaggi eseguiti a cura e spese dell'Affidatario, escludendo le eccedenze rispetto allo spessore teorico di Progetto

### 3.13 CONGLOMERATI BITUMINOSI

Le pavimentazioni previste in progetto verranno compensate a corpo o a misura in base alle previsioni del computo metrico.

I conglomerati bituminosi per gli strati di base, di collegamento (binder) e d'usura compensati a misura saranno computati sulla base delle geometrie di progetto effettivamente eseguite dopo il costipamento, senza tenere conto d'eventuali eccedenze rispetto alle quantità teoriche di Progetto, sia per quanto si riferisce a volumi e superfici che per gli spessori dei singoli strati. Gli spessori previsti dal progetto o ordinati dal Direttore dei Lavori saranno compensati a cm/mq con i relativi articoli di elenco prezzi; le quantità saranno determinate mediante computi geometrici sulla base delle misure riscontrate. I relativi articoli dell'Elenco Prezzi comprendono tutte le forniture, prestazioni ed oneri in essi richiamati e nelle presenti Norme.