



METROPOLITANA MILANESE SPA

AZIENDA CON SISTEMA QUALITA' UNI EN ISO 9001:2000 CERTIFICATO DA ICMQ  
Certificato N. 96095 Organismo di progettazione: Attività di Progettazione e  
Coordinamento nei settori di specializzazione relativi a Linee Metropolitane,  
Ferroviarie e Tranviarie urbane ed extraurbane; Viabilità urbana ed extraurbana;  
Parcheggi e Strutture di interscambio; Opere idrauliche, Acquedotti e Fognature;  
Riqualificazione del territorio e Bonifiche; Interventi Edilizi; Aerostazioni e Manufatti  
Aeroportuali. Gestione del processo costruttivo: Direzione, Coordinamento e  
Supervisione Lavori.  
Certificato N. 00436 Esperimento Gare d'Appalto riguardanti Lavori e forniture  
in conformità alle disposizioni di legge della Repubblica Italiana.

**Commessa YA**

**RILANCIO E RIQUALIFICAZIONE DEI  
MERCATI GENERALI DI MILANO**

**FASE 1.0**

**LOTTO 1.03 – PIATTAFORMA AMBULANTI  
CARNE**


**PROGETTO ESECUTIVO VALIDATO**

**CAPITOLATO ESECUZIONE OPERE  
STRUTTURALI**

**YA-0208**



DATA	COM	WBE	N°	REV	DESCR	REDAT	VERIF	ACQ	APPR
11.07.2011	YA	1EGCA	0208	0	Emissione	R.Malli	R.Malli	M.Recalcati	M.Recalcati
Febbraio 2013	YA	1EGCA	0208	C	Modifiche per validazione				M.Recalcati
Marzo 2013	YA	1EGCA	0208	11	Progetto Esecutivo Validato				M.Recalcati

<p>Il Direttore Tecnico Dott. Ing Dario Comini Ordine degli Ingegneri di Lecco n° 304</p> 	<p>Il Progettista Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Dott. Ing. Massimo Recalcati Ordine degli Ingegneri di Milano n°A15444</p>	<p>Il Progettista Responsabile Dott. Ing. Roberto Conta Ordine degli Ingegneri di Pavia n° 939</p>
---	---	--



## INDICE

<b>1.</b>	<b>OPERE STRUTTURALI – GENERALITA’ .....</b>	<b>9</b>
1.1.	SCOPO.....	9
1.2.	COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE COSTRUTTIVA.....	10
1.3.	LEGISLAZIONE E NORMATIVE TECNICHE .....	10
1.4.	TERMINOLOGIA E SIGLE .....	10
1.4.1.	TERMINOLOGIA.....	10
1.4.2.	SIGLE.....	11
<b>2.</b>	<b>OPERE STRUTTURALI - MATERIALI E COMPONENTI .....</b>	<b>12</b>
2.1.	GENERALITÀ.....	12
2.2.	ACQUA D’IMPASTO .....	13
2.3.	LEGANTI E ADDITIVI.....	13
2.3.1.	CALCI IDRAULICHE .....	13
2.3.2.	GESSI .....	14
2.3.3.	CEMENTO .....	14
2.3.4.	ADDITIVI PER CALCESTRUZZO .....	16
2.3.4.1.	Generalità .....	16
2.3.4.2.	Additivi superfluidificanti .....	16
2.3.4.3.	Additivi ritardanti e acceleranti .....	17
2.3.4.4.	Additivi aeranti .....	18
2.3.4.5.	Additivi antigelo.....	19
2.3.4.6.	Aggiunte: ceneri volanti e microsilica (fumi di silice) .....	19
2.4.	AGGREGATI .....	19
2.4.1.	AGGREGATI PER CALCESTRUZZI E MALTE .....	19
2.4.1.1.	Generalità .....	20
2.4.1.2.	Aggregato leggero .....	23
2.4.1.3.	Prove.....	23
2.4.2.	AGGREGATO MINERALE PER TRATTAMENTI ANTIUSURA .....	25
2.5.	LATERIZI.....	25
2.6.	ACCIAI PER C.A. E MATERIALI METALLICI FERROSI .....	26
2.6.1.	ACCIAIO TONDO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	27
2.6.2.	RETE E TRALICCI ELETTRORISALDATI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	29



2.6.3.	FIBRE DI ACCIAIO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	29
2.6.4.	BARRE, PROFILATI, TUBI, LAMIERE, BULLONI .....	30
2.6.5.	LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE .....	31
2.6.6.	LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE PREVERNICIATE .....	31
2.6.7.	LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE PLASTIFICATE .....	31
2.6.8.	ACCIAIO INOSSIDABILE .....	31
2.6.9.	FERRO COMUNE .....	31
2.6.10.	GHISA .....	32
<b>2.7.</b>	<b>MANTI IMPERMEABILIZZANTI ADERENTI .....</b>	<b>33</b>
2.7.1.	GENERALITA' .....	33
2.7.2.	MEMBRANA BITUMINOSA ELASTOPLASTOMERICA .....	34
<b>2.8.</b>	<b>BITUMI .....</b>	<b>35</b>
2.8.1.	BITUMI DA SPALMATURA PER IMPERMEABILIZZAZIONE .....	35
2.8.2.	BITUMI PER INCOLLAGGIO DI MEMBRANE BITUMINOSE .....	35
<b>2.9.</b>	<b>PRODOTTI PER MANTI IMPERMEABILIZZANTI non aderenti .....</b>	<b>35</b>
2.9.1.	GENERALITÀ .....	36
2.9.2.	SIGILLANTI .....	36
2.9.2.1.	Sigillante a base di polisolfuri .....	36
2.9.2.2.	Sigillanti a base elastomerica .....	36
2.9.2.3.	Sigillante a base di poliuretani .....	37
<b>2.10.</b>	<b>TUBI IN PVC .....</b>	<b>37</b>
<b>2.11.</b>	<b>LASTRE IN POLICARBONATO O METACRILATO .....</b>	<b>38</b>
<b>3.</b>	<b>OPERE STRUTTURALI - MODALITÀ ESECUTIVE .....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.</b>	<b>DEMOLIZIONI .....</b>	<b>39</b>
3.1.1.	GENERALITÀ .....	39
3.1.2.	DEMOLIZIONI PARZIALI .....	40
3.1.3.	IDRODEMOLIZIONE .....	40
3.1.4.	TAGLIO AD UTENSILE DIAMANTATO .....	40
3.1.5.	CAROTAGGI .....	41
<b>3.2.</b>	<b>MOVIMENTI TERRA .....</b>	<b>41</b>
3.2.1.	GENERALITÀ .....	41
3.2.2.	SCAVI .....	42
3.2.3.	RINTERRI .....	44
<b>3.3.</b>	<b>MURATURE PORTANTI .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4.</b>	<b>OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....</b>	<b>44</b>



3.4.1.	CALCESTRUZZO.....	44
3.4.1.1.	Generalità .....	44
3.4.1.2.	Componenti.....	45
3.4.1.3.	Specifiche per opere in calcestruzzo normale a prestazione garantita .....	46
3.4.2.	MANUFATTI IN CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA (C.A.O.).....	49
3.4.2.1.	Controlli sul calcestruzzo .....	49
3.4.2.2.	Autorizzazione ai getti.....	52
3.4.2.3.	Calcestruzzo non conforme alla resistenza richiesta .....	52
3.4.2.4.	Confezionamento del calcestruzzo- generalità.....	53
3.4.2.5.	Mescolamento del calcestruzzo.....	54
3.4.2.6.	Trasporto del calcestruzzo.....	55
3.4.2.7.	Preparazione delle superfici di posa.....	55
3.4.2.8.	Getto del calcestruzzo .....	56
3.4.2.9.	Temperatura di getto .....	57
3.4.2.9.1.	Getti in clima freddo .....	57
3.4.2.9.2.	Getti in clima caldo .....	59
3.4.2.10.	Riprese di getto.....	59
3.4.2.11.	Giunti strutturali.....	62
3.4.2.12.	Vibratura del calcestruzzo .....	62
3.4.2.13.	Stagionatura e protezione getti.....	63
3.4.2.14.	Disarmo e scassature.....	65
3.4.2.15.	Criteri di accettazione delle opere .....	67
3.4.2.15.1.	Generalità.....	67
3.4.2.15.2.	Tolleranza di posizionamento e dimensionali .....	68
3.4.3.	ASPETTO SUPERFICIALE CALCESTRUZZI .....	68
3.4.3.1.	Generalità .....	68
3.4.3.2.	Calcestruzzi a faccia vista .....	69
3.4.3.3.	Effetto ghiaietto lavato con lacche ritardanti.....	70
3.4.4.	CASSEFORME .....	71
3.4.4.1.	Generalità .....	71
3.4.4.2.	Casseforme in legno .....	71
3.4.4.3.	Casseforme in plastica .....	72
3.4.4.4.	Casseforme metalliche .....	72
3.4.4.5.	Distanziatori .....	73
3.4.4.6.	Disarmante.....	73
3.4.4.7.	Esecuzione tipica .....	73



3.4.5.	LAVORAZIONE E POSA ARMATURE IN ACCIAIO PER C.A. ....	75
3.4.5.1.	Generalità.....	75
3.4.5.2.	Tondini.....	75
3.4.5.3.	Fibre in acciaio .....	76
3.4.5.4.	Rete e tralicci elettrosaldati .....	76
3.4.5.5.	Rivestimento anticorrosione barre armatura.....	77
3.4.5.6.	Ancoraggio barre di ripresa.....	77
3.4.5.7.	Malte da inghisaggio .....	78
<b>3.5.</b>	<b>Manufatti in calcestruzzo prefabbricati in c.a e c.a.p. ....</b>	<b>79</b>
3.5.1.	Elaborati forniti a cura del prefabbricatore .....	80
3.5.1.1.	Produzione su richiesta.....	80
3.5.1.2.	Produzione in serie .....	81
3.5.2.	Esecuzione delle opere .....	81
3.5.2.1.	Trasporto.....	83
3.5.2.2.	Stoccaggio .....	83
3.5.2.3.	Montaggio .....	83
3.5.2.4.	Unioni .....	84
3.5.3.	Criteri di accettazione delle opere.....	84
3.5.3.1.	Esecuzione.....	85
3.5.3.2.	Verifiche in corso d'opera.....	85
3.5.3.3.	Prove di carico .....	85
3.5.3.4.	Garanzie.....	86
3.5.4.	Prescrizioni particolari.....	86
3.5.4.1.	Predalles .....	86
3.5.4.2.	Travi .....	87
3.5.4.2.1.	Guaine per armature per c.a.p .....	88
3.5.4.2.2.	Ancoraggi.....	88
3.5.4.2.3.	Modalità di montaggio .....	88
<b>3.6.</b>	<b>TRATTAMENTI SUPERFICIALE DI OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....</b>	<b>88</b>
3.6.1.	RIVESTIMENTO EPOSSIDICO ANTISDRUCCIOLO PER AMBIENTI INTERNI .....	88
3.6.1.1.	Materiali.....	88
3.6.1.2.	Modalità applicative.....	90
3.6.2.	TRATTAMENTI PER MANUFATTI FOGNARI .....	90
3.6.2.1.	Verniciatura interno a base di resine epossidiche .....	90
3.6.2.2.	Rivestimento esterno con malta cementizia osmotica.....	90



3.6.3.	TRATTAMENTI INTERNO VASCHE RACCOLTA ACQUE REFLUE .....	91
3.6.3.1.	Rivestimento impermeabile con malta cementizia premiscelata rinforzata ..	91
3.6.3.2.	Rivestimento impermeabile a base di elastomeri poliuretanici modificati ...	92
3.6.3.3.	Rivestimento impermeabile a base di resina epossidica.....	93
3.6.4.	TRATTAMENTO INTERNO VASCHE RACCOLTA ACQUE POTABILI .....	93
3.6.4.1.	Rivestimento impermeabile con malta a base cementizia e resine sintetiche per contatto con acque potabili .....	94
<b>3.7.</b>	<b>OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....</b>	<b>95</b>
3.7.1.	GENERALITÀ.....	95
3.7.2.	COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI.....	96
3.7.3.	LAVORAZIONE .....	96
3.7.4.	SALDATE .....	96
3.7.1.	CONTROLLO DELLE SALDATE .....	96
3.7.2.	COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE .....	97
3.7.3.	MONTAGGIO .....	97
3.7.4.	PROVE DI CARICO E DI COLLAUDO STATICO .....	98
<b>3.8.</b>	<b>PROTEZIONE E RICOPRIMENTO DI ELEMENTI METALLICI FERROSI.....</b>	<b>98</b>
3.8.1.	GENERALITÀ.....	98
3.8.2.	TRATTAMENTO DI PROTEZIONE MEDIANTE ZINCATURA A CALDO .....	99
3.8.3.	TRATTAMENTO DI RICOPRIMENTO CON VERNICE PER ELEMENTI IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO .....	100
3.8.4.	TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E RICOPRIMENTO CON VERNICI.....	100
3.8.4.1.	Preparazione superfici con sabbiatura .....	100
3.8.4.2.	Pitturazione di protezione e ricoprimento .....	101
3.8.5.	CICLO DI PROTEZIONE ANTINCENDIO.....	108
3.8.6.	PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI.....	108
3.8.7.	MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI .....	108
3.8.8.	RITOCCHI .....	109
3.8.9.	LEMBI DA SALDARE .....	109
3.8.10.	CONTROLLI E TOLLERANZE .....	110
3.8.11.	GARANZIE .....	111
<b>3.9.</b>	<b>STRUTTURE PROVVISORIE IN CARPENTERIA METALLICA-PASSERELLE, IMPALCATI, PONTI.....</b>	<b>111</b>



<b>3.10.</b>	<b>OPERE METALLICHE PARTICOLARI .....</b>	<b>112</b>
3.10.1.	PUNTELLAZIONI PROVVISORIE E RITTI METALLICI.....	112
3.10.2.	GRIGLIATI CARRABILI .....	113
3.10.3.	RAMPE METALLICA DI ACCESSO ASPORTABILI .....	113
<b>3.11.</b>	<b>GIUNTI DI DILATAZIONE .....</b>	<b>114</b>
3.11.1.	GENERALITÀ.....	114
3.11.2.	GIUNTI DI DILATAZIONE A TENUTA .....	114
3.11.2.1.	Profili waterstop in PVC .....	114
3.11.2.2.	Nastri waterstop idroespansivi .....	114
3.11.2.3.	Sigillanti (nastri, fili, mastici, stucchi).....	115
3.11.3.	GIUNTO DI DILATAZIONE STRUTTURALI .....	115
3.11.3.1.	Giunti per massetti o solai in c.a.o. ....	116
3.11.3.2.	Giunti per connessioni a taglio per strutture in c.a.o.....	116
3.11.3.3.	Giunti per membrature metalliche .....	116
3.11.4.	GIUNTO DI DILATAZIONE A E STRUTTURALI .....	117
3.11.4.1.	Giunti di dilatazione stradale .....	117
<b>3.12.</b>	<b>IMPERMEABILIZZAZIONE IN GENERALE .....</b>	<b>119</b>
<b>3.13.</b>	<b>DRENAGGI - RACCOLTA E SOLLEVAMENTO ACQUE CHIARE.....</b>	<b>121</b>
3.13.1.	Generalità.....	121
3.13.2.	Raccolta delle acque – Prescrizioni sui materiali e sulle opere definitive .....	121
<b>3.14.</b>	<b>PREDISPOSIZIONI PER I COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI di messa a terra.....</b>	<b>122</b>
3.14.1.	GENERALITÀ.....	122
3.14.2.	IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	122





## **1. OPERE STRUTTURALI – GENERALITA'**

---

### **1.1. SCOPO**

Il presente Capitolato, con riferimento alla vigente normativa tecnica, riguarda:

- le specifiche di prestazione e accettazione di materiali e componenti
- le modalità di esecuzione nello svolgimento di specifiche lavorazioni.

Le norme tecniche, alle quali deve attenersi l'Appaltatore per i singoli componenti d'opera, di cui ai successivi paragrafi, costituiscono integrazione alle prescrizioni contenute nell'Elenco Prezzi.

Alcune delle specifiche tecniche possono risultare riferite a componenti d'opera non strettamente attinenti al progetto in oggetto ma comunque sono state inserite per completezza o per opportunità in caso di eventuali lavorazioni integrative



## 1.2. COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE COSTRUTTIVA

Restano a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri e le responsabilità connessi al completamento della progettazione costruttiva dei vari manufatti (dettagli di posa dell'impermeabilizzazione, disposizione di giunti di tipo water-stop o simili nelle riprese di getto, posa delle pozzettature, ecc.) sulla base del progetto esecutivo MM e nel rispetto delle prescrizioni di seguito riportate.

Qualora nello sviluppo dei dettagli costruttivi si evidenziasse da parte dell'Appaltatore la necessità di introdurre varianti o modifiche a qualsivoglia documento contrattuale, delle stesse varianti o modifiche dovrà essere fatta esplicita menzione all'atto della presentazione del progetto da parte dell'Appaltatore.

## 1.3. LEGISLAZIONE E NORMATIVE TECNICHE

Le opere contemplate dal presente progetto devono essere conformi alla legislazione e alla normativa vigenti, al Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008) in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi.

Inoltre si fa riferimento anche ai dettami di:

- direttive della UE, se direttamente applicabili,
- istruzioni e norme di enti normatori (UNI, CEI, CEN, ISO, ecc.),

fermo restando il concetto generalmente applicabile dell'esecuzione “a perfetta regola d'arte”.

Per quanto riguarda l'aspetto ambientale si deve fare riferimento al D.Lgs. n°152 del 4 Aprile 2006- “Norme in materia Ambientale” e ulteriori disposizioni correttive e integrative

## 1.4. TERMINOLOGIA E SIGLE

### 1.4.1. TERMINOLOGIA

“Metropolitana Milanese S.p.A.” (“MM”) è il Progettista per la parte relativa al progetto esecutivo. La Stazione Appaltante è il Committente. Con il termine “Direzione Lavori” (“DL”) si intende la Direzione Lavori.



Con il termine “*Appaltatore*” si intende l’Impresa aggiudicataria dei lavori, congiuntamente con i suoi eventuali subappaltatori o fornitori.

#### **1.4.2. SIGLE**

ASTM American Society for Testing Materials

CEI Comitato Elettrotecnico Italiano

CEN European Committee for Standardisation

CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche

CSA Capitolato speciale d’appalto

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DL Direzione Lavori

EN European Standard

ICITE Istituto per l’Industria e la Tecnologia Edilizia

ISO International Organization for Standardization

SIS Swedish Standards Institute

UE Unione europea

UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione



## 2. OPERE STRUTTURALI - MATERIALI E COMPONENTI

---

### 2.1. GENERALITÀ

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia e inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Capitolato, degli atti contrattuali, degli Enti di unificazione e normazione (UNI, CEI, ecc.).

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quella località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, a insindacabile giudizio della DL, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o richieste dalla DL sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che gettati in opera e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del CNR verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute e accettate dalla DL. Qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc., i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti negli approvvigionamenti, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla DL, in quanto a insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e onere dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la Stazione Appaltante si riserva in sede di collaudo finale.

Sia nel caso di forniture legate a installazione di impianti, sia nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della DL.

I materiali dovranno essere corredati di tutti i certificati di corrispondenza alle caratteristiche richieste, nonché dei certificati delle prove, a risultato favorevole, con menzione delle norme di riferimento.

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



- a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- b) da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

## **2.2. ACQUA D'IMPASTO**

L'acqua da impiegare per la confezione delle malte, dei calcestruzzi e delle miscele per iniezioni, dovrà essere in conformità a quanto espressamente riportato nella UNI EN 1008.

Tale conformità dovrà essere garantita, per tutta la durata dei lavori, da chi confezionerà i vari conglomerati.

Da escludersi in ogni caso l'impiego di acque di riciclo.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati (nella definizione della curva granulometrica risultante si farà riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 - 2 e successivi aggiornamenti).

La quantità di acqua contenuta come umidità superficiale sarà valutata con gli usuali mezzi a disposizione (per es. sonde, microonde, ecc.) al momento del confezionamento.

In particolare, dovrà essere dichiarato dal produttore del calcestruzzo l'assorbimento d'acqua della sabbia e degli aggregati secondo UNI EN 1097 parte 6, punti 8 e 9, risultando tale requisito fondamentale anche per la valutazione del rapporto a/c in cantiere secondo la UNI 6133 o UNI 11201

## **2.3. LEGANTI E ADDITIVI**

### **2.3.1. CALCI IDRAULICHE**

Le calci idrauliche in polvere dovranno essere fornite esclusivamente in sacchi; i loro requisiti di accettazione e le relative modalità di prova saranno conformi alle norme di cui al D.M. 14 gennaio 1966 e al D.M. 31 agosto 1972, mentre per la loro conservazione e accettazione all'atto dell'impiego valgono le norme stabilite per i cementi.

Le calci idrauliche in zolle potranno essere utilizzate solo su espressa autorizzazione della DL. In tal caso, dovranno essere approvvigionate in stretta correlazione ai fabbisogni, evitando la costituzione di scorte; esse verranno inoltre trasportate e conservate, anche in cantiere, come prescritto dall'art. 3 della legge 26 maggio 1965, n. 595. In ogni caso, la calce che all'atto dell'impiego si presenti sfiorita, polverulenta o



non perfettamente anidra sarà rifiutata. Lo spegnimento, da effettuarsi negli appositi bagnoli, dovrà avvenire con adeguato anticipo rispetto al momento in cui occorre avere disponibile il grassello, tenendo anche conto del tempo occorrente all'idratazione delle zolle: la conservazione avverrà in vasche di muratura, disposte in serie rispetto ai bagnoli e depresse rispetto alla bocca di scarico degli stessi, curando tuttavia che l'impiego avvenga prima dell'inizio della presa, poiché tutto il prodotto che in tale momento non fosse stato ancora utilizzato dovrà essere gettato a rifiuto.

Riferimento alla norma UNI EN 459 relativa alle calce idrauliche per l'individuazione di un prodotto specifico a marcatura CE

### **2.3.2. GESSI**

Dovranno essere ottenuti per frantumazione, cottura e macinazione di pietra da gesso e presentarsi asciutti, di fine macinazione da non lasciare residui sullo staccio da 56 maglie a cm<sup>2</sup> ed esenti da materie eterogenee. In relazione all'impiego saranno indicati come gessi per muro, per intonaco e per pavimento.

I gessi per l'edilizia non dovranno contenere quantità superiori al 30% di sostanze estranee al solfato di calcio.

### **2.3.3. CEMENTO**

I cementi impiegati dovranno essere controllati e certificati secondo quanto previsto nella norma UNI EN 197-1 e provvisti di marcatura CE .

Il cemento dovrà pervenire da impianti di produzione in grado di garantire:

- la continuità
- la costanza

della fornitura per tutta la durata dei lavori in sintonia con le miscele definite in fase di qualifica.

In conformità alle UNI EN 197, i requisiti meccanici, chimici e fisici del cemento dovranno essere controllati dal Contraente Generale, in contraddittorio con il fornitore, effettuando il prelievo dalle autocisterne presso l'impianto di confezionamento, durante la qualificazione degli impasti e in corso d'opera, secondo le modalità e le cadenze come indicato di seguito:

- alla qualifica stessa
- ad ogni cambio di fornitore o di cemento dello stesso fornitore (stesso tipo e classe ma proveniente da cementerie ubicate in luoghi differenti)
- ogni 500 ton in corso d'opera; in questo caso sarà a discrezione della D.L. con cui sarà concordata la frequenza da parte del Contraente Generale e del fornitore di cemento.

Per i cementi da impiegare dovrà essere disponibile, su richiesta della D.L.:



- l'analisi chimica richiesta completa, compresa la determinazione del contenuto di K<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>O equivalente e totale
- il calore specifico di idratazione del cemento impiegato (fino a un massimo di 7 gg; prova secondo UNI EN 196-9. Questo requisito potrà risultare importante in particolare per i getti massivi per i quali è opportuno contenere il calore termico di idratazione).

L'appaltatore o il produttore del calcestruzzo dovranno farne diretta richiesta al fornitore del cemento.

In particolare, per i getti di massa, per i quali gli aspetti termici legati all'idratazione del legante risultano di primaria importanza, sarà fornito dal produttore di cemento il valore medio del calore specifico a 1, 3 e 7 gg in modo che la D.L. possa procedere alle debite valutazioni del caso unitamente all'appaltatore (valore dell'innalzamento del picco termico, tempi di disarmo per evitare shock termici, ecc.).

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si farà riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9156.

Il cemento potrà essere fornito in sacchi o sfuso, a convenienza dell'Appaltatore, e dovrà essere immagazzinato in silos metallici o depositi coperti e protetti dall'umidità.

Il cemento depositato o trasportato in sotterraneo, ove possano verificarsi stillicidi, dovrà essere contenuto in sacchi impermeabili; pertanto nel caso in cui il cemento non sia fornito in confezioni impermeabili, l'Appaltatore dovrà provvedere a metterlo in adeguati contenitori prima di trasportarlo in sotterraneo.

Il cemento dovrà essere utilizzato entro quattro mesi dalla data della confezione in cementificio. I silos metallici saranno completamente svuotati e puliti a intervalli non superiori a quattro mesi.

Al momento dell'uso, il cemento dovrà essere in perfetto stato di conservazione. Il cemento che presentasse grumi o segni di deperimento sarà allontanato dai cantieri e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

È facoltà della D.L. richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto a una causa qualsiasi.

Ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe e unica provenienza, e a tale scopo chiaramente identificato.

La scelta del tipo e classe di cemento sarà subordinato alla Rck di progetto ed alla classe di esposizione richiesta in fase progettuale per il calcestruzzo, secondo quanto indicato nella UNI EN 206-1, nella UNI 11104 e ad altri peculiari aspetti delle singole strutture quali ad esempio tempistiche di disarmo, calore di idratazione, ecc.

Come riferimento generale si potrà fare riferimento alle seguenti indicazioni:

- Stabilizzazione di fondi stradali  
Cemento CE tipo II/ A-L classe 32,5R
- Opere in elevazione fuori terra  
Cemento CE tipo II/ A-L classe 32,5R



- Confezione delle malte e delle miscele per le iniezioni

Cemento CE tipo II/ A-L classe 42,5 o 32,5, con un grado di finezza blaine non inferiore a  $4200 \pm 200$ ).

- Opere in sotterraneo e controterra

Cementi CE III /A di classe 42,5R oppure CE tipo IV/ A classe 42,5R.

## 2.3.4. ADDITIVI PER CALCESTRUZZO

### 2.3.4.1. Generalità

Gli additivi impiegati dovranno essere controllati e certificati secondo quanto previsto nella norma UNI EN 934-2 e provvisti di marcatura CE.

All'atto della consegna in cantiere, indipendentemente dalle modalità di fornitura, essi dovranno essere accompagnati da un apposito certificato, riportante, oltre alla marcature CE, le informazioni relative alle caratteristiche del materiale, così come definite dalla norma UNI EN 934-2. Tali informazioni, riportate nella sottostante tabella, costituiranno un pre-requisito fondamentale per l'accettazione del prodotto da parte della D.L.

### 2.3.4.2. Additivi superfluidificanti

Gli additivi superfluidificanti impiegati dovranno tassativamente essere conformi alle seguenti caratteristiche:

- essere a base di carbosillati eteri di seconda generazione o, in subordine, a base di polimeri solfonati idrosolubili (la approvazione di questi ultimi sarà preventivamente sottoposta alla accettazione della D.L.).
- essere conformi alle norme UNI EN 934-2 ed esenti da cloruri
- produrre un abbassamento al cono di Abrams (slump), secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-2, di consistenza al getto S4-S5 (18-22 cm).

Tale consistenza dovrà essere mantenuta per almeno 60 minuti dal confezionamento senza che avvengano aggiunte arbitrarie di acqua durante il tragitto dalla centrale di confezionamento e/o nella fase di messa in opera.

In particolare, questa esigenza sarà perseguita nel periodo caldo dell'anno.





La consistenza S4-S5 (18-22 cm di slump) è da intendersi tassativamente come lavorabilità al momento del getto vero e proprio.

Dopo 60 minuti sarà tollerata una perdita di lavorabilità di 2-3 cm dello slump iniziale fino a un tempo massimo di 90 minuti dal confezionamento.

Dopo tale periodo si procederà a una verifica dello stato del calcestruzzo: in accordo con la D.L. si procederà o al non utilizzo del calcestruzzo o eventualmente con una ritemperatura dello stesso mediante un'aggiunta di additivo in ragione di ca 0,3-0,5 alt/100 kg di legante.

La percentuale aggiunta dovrà essere confermata dalla qualità sotto l'aspetto reologico (assenza di bleeding e segregazione) del calcestruzzo ottenuta in tale modo e dovrà in ogni caso essere approvata dalla D.L..

- dovranno consentire una riduzione dell'acqua di almeno il 20% (tipo superfluidificante della serie Glenium Sky) rispetto allo stesso calcestruzzo non additivato a parità di consistenza S4-S5, mantenendo la lavorabilità nei termini sopraindicati.

In particolare: nella fase di messa a definizione e di approvazione della miscela dovrà essere procurata, da chi produrrà il calcestruzzo sia esso l'Appaltatore che il fornitore esterno, accurata documentazione che attesti l'effettiva riduzione dell'acqua e del mantenimento della lavorabilità nei termini sopra previsti. Le prove che verranno sottoposte a riguardo dovranno essere eseguite impiegando inerti asciutti di cui sia noto l'assorbimento (secondo UNI EN 1097 parte 6, punti 8 e 9, v. oltre).

- Il dosaggio sarà definito in funzione delle caratteristiche dei materiali utilizzati nel confezionamento e in funzione delle condizioni tecnico-operative (temperature, tempo di tragitto, ecc.) nel rispetto di quanto sopra.
- Il produttore dovrà essere in conformità alle UNI EN ISO 9001-2008.

#### **2.3.4.3. Additivi ritardanti e acceleranti**

Potranno essere utilizzati additivi ritardanti in caso di:

- opere che necessitano getti continui e prolungati al fine di garantirne la monoliticità
- getti in particolari condizioni tecnico-operative (per es. per temperature esterne elevate, lunghi tragitti dalla centrale di betonaggio, stazionamenti prolungati in cantiere)

In ogni caso:

- potranno essere scelti superfluidificanti a lungo mantenimento della lavorabilità (effetto ritardante) già nella fase di messa a punto delle miscele
- qualora siano utilizzati ritardanti specifici di indurimento, verrà sempre e comunque impiegato un superfluidificante per ridurre l'acqua e incrementare la lavorabilità.

In entrambe le situazioni il superfluidificante dovrà ridurre l'acqua almeno del 20% rispetto allo stesso calcestruzzo non additivato di pari consistenza (miscela che



comprovi tale caratteristica dell'additivo scelto) e il produttore dovrà essere in conformità alla UNI EN ISO 9001:2008 (v. paragrafo "Additivi superfluidificanti").

Potranno essere utilizzati additivi acceleranti qualora sorgano, per ragioni progettuali od operative, esigenze come per esempio resistenze tecnico-operative a breve stagionatura, basse temperature in fase esecutiva, ecc.

In ogni caso:

- già nella fase di messa a punto delle miscele potranno essere scelti superfluidificanti che consentano sviluppo rapido delle resistenze iniziali.
- qualora siano utilizzati acceleranti specifici (per es. i cosiddetti "antigelo"), verrà sempre e comunque impiegato congiuntamente un superfluidificante per ridurre l'acqua e incrementare la lavorabilità, in sintonia con quanto sopra espresso

Gli additivi acceleranti specifici dovranno essere privi di cloruri e conformi alle norme UNI EN 934-2.

I superfluidificanti sia ritardanti che acceleranti dovranno inoltre presentare le seguenti tassative caratteristiche (v. paragrafo additivi):

- saranno a base di policarbosillati eteri di seconda generazione
- consentire una riduzione d'acqua almeno del 20% rispetto a allo stesso calcestruzzo di pari lavorabilità senza additivo.
- essere conformi alla UNI EN 934-2
- produrre un abbassamento al cono di Abrams (slump), secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 12350-2, di consistenza al al momenti del getto S4-S5 (18-22 cm)
- il produttore dovrà essere conforme alla UNI EN ISO 9001:2008.

#### **2.3.4.4. Additivi aeranti**

In caso di calcestruzzi soggetti a cicli gelo-disgelo potranno essere impiegati additivi aeranti in grado di ottenere un aria inglobata sotto forma di microbolle (diametro 100-300 micron) omogeneamente diffuse nella massa del calcestruzzo e aventi una distanza reciproca (spacing) non superiore a 300-400 micron.

Gli aeranti usati dovranno essere conformi alla UNI EN 934-2 e ASTM C260.

L'aria inglobata sarà misurata secondo la procedura prevista dalla UNI EN 12350-7.

Il valore di aria occlusa dovrà rispettare i valori previsti dalla EN 206-1 o dalla UNI 11104 o quelli altrimenti previsti progettualmente.

L'appaltatore dovrà tenere conto, nella definizione del mix del calcestruzzo, dell'effetto di riduzione di resistenza rispetto allo stesso conglomerato senza aerante (il che comporterà una riduzione del rapporto a/c e un aumento del dosaggio di cemento o passaggio a superiore classe di cemento).

In ogni caso la valutazione di conformità del mix con inglobamento di aria dovrà essere approvato dalla D.L., che definirà con l'appaltatore la frequenza delle misurazioni dell'aria inglobata (almeno una per ogni giorno di getto).



#### **2.3.4.5. Additivi antigelo**

In caso di basse temperature esterne e del calcestruzzo di potranno usare additivi acceleranti di indurimento (da escludersi tassativamente gli acceleranti di presa quali cloruro di calcio), i cosiddetti "antigelo", tali da abbassare il punto di congelamento dell'acqua d'impasto.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della D.L. che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

In ogni caso saranno utilizzati additivi antigelo privi di cloruri e conformi alle EN 934-2 e saranno assolutamente privi di cloruri in caso di calcestruzzi armati.

#### **2.3.4.6. Aggiunte: ceneri volanti e microsilica (fumi di silice)**

Eventuali aggiunte al calcestruzzo dovranno essere rispettivamente conformi alle seguenti norme:

- ceneri volanti: EN 450 con un dosaggio massimo del 33% sul peso del cemento
- fumi di silice: pr EN 13263 con un dosaggio minimo del 5% e massimo dell'11% in peso del cemento.

#### **FUMI DI SILICE**

I fumi di silice dovranno tassativamente (tipo Meyco MS 610 o prodotto similare):

- essere composti di  $\text{SiO}_2 \geq 85\%$  in peso
- essere attivati e compattati
- avere un peso specifico medio di 2,2 kg/lt e un peso in mucchio di 0,6 kg/lt
- avere una finezza compresa tra 20 e 35  $\text{m}^2/\text{gr}$
- il produttore dovrà essere in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000.

Le aggiunte e il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla D.L. mediante prove preliminari.

Il fornitore dovrà garantire la costanza per tutta la durata del loro impiego.

### **2.4. AGGREGATI**

#### **2.4.1. AGGREGATI PER CALCESTRUZZI E MALTE**



#### **2.4.1.1. Generalità**

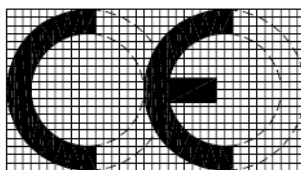
Le sabbie, le graniglie, i pietrischetti ed i pietrischi da impiegare nella formazione dei calcestruzzi e delle malte dovranno avere attestazione di conformità rispettivamente alle UNI EN 12620 e alle UNI EN 13139 e riportare il rispettivo attestato di conformità CE.

Nel caso in cui la produzione del calcestruzzo avvenga direttamente in cantiere, attraverso una centrale di betonaggio, la fornitura degli aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla di consegna contenente almeno le seguenti informazioni:

- Designazione del prodotto
- Data di spedizione
- Numero di serie della bolla
- Numero della presente norma europea

La presenza della bolla di accompagnamento sarà requisito fondamentale per l'accettazione del prodotto in cantiere da parte della D.L. Nel caso in cui la produzione del calcestruzzo sia demandata ad un fornitore esterno, sarà facoltà della D.L. richiedere ed ottenere la consegna da parte dell'appaltatore dei documenti sopra citati.

L'etichetta riportante la marcatura CE del prodotto dovrà contenere tutte le caratteristiche necessarie all'individuazione del prodotto, secondo le specifiche riportate all'interno della norma UNI EN 12620, di cui è fornito un esemplio.



01234

Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050

02

0123-CPD-0456

EN 12620

Aggregati per calcestruzzo

<b>Forma dei granuli</b>	Valore dichiarato	(FI)
<b>Granulometria</b>	Designazione	(d/D)
<b>Massa volumica dei granuli</b>	Valore dichiarato	(Mg/m <sup>3</sup> )
<b>Pulizia</b>		
Qualità delle polveri	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(%)
	Categoria	(MB, SE)
Contenuto di conchiglie	Categoria	(per esempio SC <sub>10</sub> )
<b>Resistenza alla frammentazione/frantumazione</b>	Categoria	(LA <sub>15</sub> )
<b>Resistenza alla levigabilità</b>	Categoria	(PSV <sub>56</sub> )
<b>Resistenza all'abrasione</b>	Categoria	(AAV <sub>10</sub> , A <sub>N30</sub> )
<b>Resistenza all'usura</b>	Categoria	(M <sub>DE20</sub> )
<b>Composizione/contenuto</b>		
Cloruri	Valore dichiarato	(% C)
Solfati solubili in acido	Categoria	(per esempio AS <sub>0,2</sub> )
Zolfo totale	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% S)
Costituenti che alterano la velocità di presa e di indurimento del calcestruzzo	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(Tempo di presa in minuti e resistenza a compressione S %)
Contenuto di carbonato	Valore dichiarato	(% CO <sub>2</sub> )
<b>Stabilità di volume</b>		
Ritiro per essiccamento	Passa/non passa rispetto al valore di soglia	(% WS)
Costituenti che influenzano la stabilità di volume della scoria d'altoforno raffreddata in aria	Valore dichiarato	(Aspetto)
Contenuto di carbonato	Valore dichiarato	(% CO <sub>2</sub> )
<b>Assorbimento di acqua</b>	Valore dichiarato	(% WA)
<b>Emissione di radioattività</b>	Valori dichiarati se prescritto	
<b>Rilascio di metalli pesanti</b>	Valori di soglia validi sul posto di impiego	
<b>Rilascio di idrocarburi poliaromatici</b>		
<b>Rilascio di altre sostanze pericolose</b>	per esempio Sostanza X: 0,2 µm <sup>3</sup>	
<b>Durabilità al gelo/disgelo</b>	Valore dichiarato	(F o MS)
<b>Durabilità alla reazione alcali-silice</b>	Valore dichiarato se prescritto	



La non completezza delle informazioni fornite o la non congruenza delle stesse con le specifiche indicate all'interno del capitolato saranno valutate dalla direzione lavori, che procederà all'eventuale accettazione del prodotto. Nel caso il calcestruzzo arrivi direttamente confezionato in cantiere, sarà onere dell'appaltatore presentare al D.L. gli esiti delle prove condotte sugli aggregati e sarà facoltà della D.L. rifiutare la fornitura nel caso non vi sia corrispondenza fra le caratteristiche del prodotto fornito e quelle richieste.

In ogni caso gli inerti dovranno:

- essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi
- essere non gelivi (questo nel caso in particolare di getti sottoposti ai cicli gelo- disgelo)
- non avere forma allungata e/o piatta
- non contenere cloruri, solfati solubili, gesso, sostanze organiche e materiali pericolosi (per es. pirite, pirrotina, marcasite, ecc.).

Possibilmente la cava di provenienza sarà la stessa per tutta la durata dei getti di calcestruzzo.

In caso di cambiamento della cava o degli inerti nell'ambito della stessa prescelta inizialmente, da parte dell'appaltatore dovrà essere certificata e accuratamente documentata la qualità dei nuovi aggregati e delle sabbie, che potranno venire utilizzati esclusivamente previa autorizzazione della D.L.

Dal punto di vista granulometrico, ad esclusione dei magroni, tutti i calcestruzzi dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- confezionati con almeno 3 pezzature di inerti (per es. sabbia 0-5; pietrischetto 5-12 e ghiaia 12-25)
- il peso specifico dovrà essere non inferiore a 2,60 kg/alt (peso specifico assoluto)
- il diametro massimo dichiarato dovrà essere presente in ragione almeno del 5% di trattenuto al diametro stesso.
- nella composizione granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo autorizzazione della D.L.

La scelta del diametro massimo dovrà essere:

- minore di 1/5 della dimensione minima delle strutture
- minore della spaziatura minima tra le batrre di armatura diminuita di 0,5 mm
- minore di 1,3 volte lo spessore del copriferro

In caso di pompaggio del calcestruzzo, la sabbia dovrà presentare:

- modulo di finezza compreso tra 2,4 e 3,0
- percentuale al vaglio 0,25 compresa tra il 10 e il 20%
- percentuale al vaglio 0,125 compresa tra il 5 e il 10%.



Sarà discrezione della D.L. chiedere la curva granulometrica tutte le volte che lo riterrà in modo da poter verificare la conformità rispetto alla curva definita in fase di qualifica.

Prima di utilizzare gli aggregati nelle opere permanenti, l'Appaltatore dovrà presentare al D.L. le prove fisiche e chimiche eseguite su adeguati campioni di materiale.

Le prove di laboratorio includeranno:

- Analisi granulometrica (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI,);
- Esame petrografico (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI, );
- Coefficiente di forma (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Resistenza all'usura (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Contenuto di argilla (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Sostanze organiche (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Degradabilità (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Contenuto cloruri solubili in acqua (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI);
- Reattività agli alcali (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI)
- Contenuto di solfati solubili (UNI 8520 - 2 E SUCC. AGGIORNAMENTI).

I limiti di accettabilità delle prove dinanzi citate saranno quelle stabiliti dalla successiva tabella.

Durante il corso dei lavori, e con l'intervallo che sarà stabilito dal DL, l'Appaltatore dovrà provvedere a sottoporre campioni di aggregati (prelevati in contraddittorio dai depositi in cantiere), alle prove elencate precedentemente.

L'Appaltatore dovrà fare pervenire tempestivamente al D.L. una copia delle prove eseguite.

#### **2.4.1.2.    *Aggregato leggero***

Il conglomerato cementizio alleggerito deve essere confezionato con aggregati leggeri artificiali costituiti da granuli di argilla espansa idrorepellente (assorbimento  $\leq 2\%$  a 30') secondo le caratteristiche definite all'interno della norma UNI EN 13055 e presentare la marcatura CE.

Per i granuli di argilla espansa è richiesta una superficie a struttura prevalentemente chiusa, come richiesto dalla normativa vigente (Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.. Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

#### **2.4.1.3.    *Prove***



Nella tabella seguente sono riepilogate i principali requisiti cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza.

Controlli dei requisiti degli inerti (sabbia e aggregati) saranno effettuati ogni 3000 mc di materiali impiegati o comunque secondo le disposizioni della D.L..

Tabella 20 B - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	LIMITI DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	UNI EN 1367-1	perdita di massa <4% dopo 20 cicli (Categoria F4 UNI EN 12620). Cat. F2 per Classe di Esposizione XF1 e XF2; Cat. F1 per C.E. XF3 e XF4
Assorbimento dell'aggregato grosso per classi di esposizione XF	Assorbimento	UNI EN 1097-7	< 1%
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI EN 1097-2	Perdita di massa L.A. 30% Cat. LA <sub>30</sub> Per Classi di resistenza C60 o superiori si impiegherà la categoria LA <sub>20</sub>
Compattezza degli aggregati	Degradabilità al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2	perdita di massa dopo 5 cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli aggregati	UNI EN 1744-1	SO <sub>3</sub> ≤ 0,1%
Contenuto di polveri	Aggr. grosso non frantumato o frantumato da depositi alluvionali	Passante a 0,063 mm, UNI EN 933-2	≤ f <sub>1,5</sub>
	Aggr. grosso frantumato da roccia		≤ f <sub>4,0</sub>
	Sabbia non frantumata		≤ f <sub>3,0</sub>
	Sabbia frantumata		≤ f <sub>10</sub>
Equivalente in sabbia e valore di blu		UNI EN 933-8-9	ES ≥ 80 MB ≤ 1 g/kg di sabbia
Presenza di pirite, marcasite, pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva, incluso quarzo ad estinzione ondulata	– prova accelerata su provini di malta	UNI 8520-22	Espansione < 0,1%
	– metodo del prisma di malta (se è superato il limite per la prova accelerata)		Espansione < 0,05% a 3 mesi oppure < 0,1% a 6 mesi
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1	Cl <sup>-</sup> < 0,1 % rispetto al peso di cemento per c.a.p. e < 0,2 % per c.a. normale
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma SI e di appiattimento FI	UNI EN 933-3	FI e SI ≥ 0,15 (Dmax=32 mm)
		UNI EN 933-4	FI e SI ≥ 0,12 (Dmax=64 mm)
Dimensioni per il filler	Passante ai vagli	EN 933-10	Vaglio 2 mm = 100 0,125 mm 85-100 0,063 mm 75-100
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dalla Direzione Lavori. Dovranno comunque essere eseguite prove: in sede di prequalifica, per ogni cambiamento di cava o		

La curva granulometrica risultante dovrà:





- essere tale da ottenere la massima densità (peso specifico) possibile ottenibile con gli inerti, il cemento e gli additivi prescelti
- essere contenuta nel fuso granulometrico dichiarato dal produttore del calcestruzzo nella fase di qualifica degli impasti ; a discrezione della D.L. potrà essere accettata una tolleranza di  $\pm 10\%$ , rispetto alla curva risultante di riferimento, ai vari diametri granulometrici, sempre che ciò non infici le caratteristiche reologiche (fluidità, assenza di bleeding e di segregazione) e prestazionali
- unitamente, consentire l'ottenimento della lavorabilità, del pompaggio del calcestruzzo, delle prestazioni previste progettualmente (resistenze, durabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 mc di aggregati impiegati e/o comunque ogni qual volta lo ritenesse la D.L..

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding, prova secondo UNI 7122) nel conglomerato cementizio, che non dovrà superare lo 0,1% dell'acqua di impasto.

#### **2.4.2. AGGREGATO MINERALE PER TRATTAMENTI ANTIUSURA**

L'aggregato minerale per trattamenti antiusura delle superfici del calcestruzzo, laddove richiesto dal D.L., sarà costituito da una miscela di aggregati selezionati naturali a granulometria assortita da aggiungere al cemento prima dell'applicazione.

Il materiale sarà del tipo atto ad essere applicato a spolvero sulla superficie del calcestruzzo fresco-su-fresco, previa miscelazione di cemento.

L'Appaltatore potrà utilizzare un prodotto approvato dal DL.

#### **2.5. LATERIZI**

I laterizi utilizzati in cantiere dovranno essere conformi alla norma UNI EN 771-1 e riportare la marcatura CE.

.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensioni (pieni, forati e per coperture) dovranno presentarsi compatti, privi di distorsioni, scevri da impurità, avere forma regolare, facce rigate e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione, assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo, avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda e di potassio.

Tutti i tipi di laterizi destinati alla realizzazione di opere murarie, solai e coperture saranno indicati come blocchi forati, mattoni pieni, mattoni semipieni, mattoni forati,



blocchi forati per solai, tavelloni, tegole, ecc. avranno dimensioni e caratteristiche fisiche e meccaniche conformi alle norme vigenti.

Le dimensioni dei laterizi, se non espressamente prescritte dal progetto, saranno fissate in base alle norme di unificazione e solo eccezionalmente, per motivate circostanze, potranno ammettersi al riguardo delle variazioni, mai comunque superiori, in valore assoluto, al 2%.

I laterizi dovranno:

- presentare, se asciutti, una resistenza a compressione non inferiore a 200 daN/cm<sup>2</sup> riducentesi a non meno dei 75% dopo imbibizione d'acqua;
- assorbire, nella prova di imbibimento, una percentuale d'acqua non superiore al 12%;
- presentare efflorescenza nulla nell'apposita prova, eseguita secondo le norme di unificazione.

## **2.6. ACCIAI PER C.A. E MATERIALI METALLICI FERROSI**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere conformi, per quanto attiene a condizioni tecniche generali di fornitura, dimensioni e tolleranza, qualità e prove, al Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008) e alla normativa UNI vigente all'epoca della esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo, meritevole di collaudo, tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto ovvero durante e dopo la loro posa in opera, quando tali rotture risultassero dipendenti da struttura difettosa o da qualità del materiale non corrispondente alle presenti norme tecniche.

All'atto della consegna in cantiere, tutte le forniture di acciaio per le quali non sussista l'obbligo della marcatura CE dovranno essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. Il documento di trasporto dovrà contenere il riferimento a tale attestato.

Nel caso la fornitura avvenga da parte di un commerciante intermedio, essa deve essere accompagnata da una copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

È facoltà del D.L. il controllo delle forniture in cantiere ed il rifiuto delle stesse nel caso in cui esse non dovessero risultare conformi a quanto sopra riportato. Il controllo delle forniture deve essere svolto prima della messa in opera delle stesse e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

Le prove cui devono essere sottoposte le forniture al fine di permetterne l'accettazione devono essere svolte in conformità alle procedure contenute all'interno del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). In caso di non superamento delle stesse, è facoltà del D.L. respingere la fornitura e comunicare l'esito negativo della prova al Servizio Tecnico Centrale.

Nel caso in cui i prodotti siano consegnati in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da una documentazione sufficiente a garantire l'identificazione del centro di trasformazione.



È facoltà del D.L. rifiutare tutti i prodotti non conformi ed in particolare respingere la fornitura di tutti gli elementi presaldati, presagomati e preassemblati, nel caso in cui essi non risultino accompagnati da:

- una dichiarazione, sul documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale e recante il logo o il marchio del centro di trasformazione.
- Una 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.

È facoltà del D.L. richiedere una copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni di lavorazione.

I materiali ferrosi dei tipi di seguito indicati dovranno inoltre presentare, a seconda della loro qualità, i requisiti caso per caso precisati.

### **2.6.1. ACCIAIO TONDO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI**

L'acciaio da impiegarsi per armature dei conglomerati cementizi armati, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008), in applicazione della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ed a tutte le successive norme e disposizioni emanate od emanande dai competenti organi.

L'acciaio di armatura sarà di qualità B450C e dovrà presentare i requisiti individuati al cap. 11.3.2.1 delle Norme Tecniche per le Costruzioni:



CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$< 1,35$	
	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a $90^\circ$ e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	$4\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	$5\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	$8\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	$10\phi$	

L'acciaio dovrà essere esente da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Al momento dell'uso non sarà assolutamente ammesso se intaccato da ruggine.

La stessa norma prevede le modalità di prelievo dei campioni ed il tipo di prova, che consistono nella determinazione delle grandezze:

- tensione caratteristica di snervamento;
- tensione caratteristica a rottura  $f_{tk}$ ;
- allungamento a rottura  $A_s$ ;

e nelle prove di piegamento e aderenza, da svolgersi secondo le specifiche riportate all'interno della norma UNI EN ISO 15630-1.

Di regola saranno accettati soltanto acciai ad aderenza migliorata di produzione qualificata; per questi la frequenza dei controlli in cantiere è stabilita, secondo la norma citata, dalla DL.

Per piccole forniture e comunque eccezionalmente sarà consentito l'impiego di acciaio ad aderenza migliorata di produzione non controllata, che sarà sottoposto ai controlli in cantiere con la frequenza minima prevista dalla legge.

Per motivi speciali, In particolare quando è richiesta elevata duttilità come per i ganci di sollevamento di componenti prefabbricate o per armature piegate da raddrizzare in opera, sarà consentito l'impiego di acciai in barre tonde lisce, che saranno soggette a rigidi controlli di cantiere in quanto prodotti non qualificata.

La saldabilità delle barre sarà certificata dalla documentazione prevista dalle norme; in aggiunta la DL si riserva di prelevare a sua discrezione campioni da sottoporre ad



analisi chimica per la determinazione del contenuto in carbonio equivalente, che andrà confrontato con il valore dichiarato.

### **2.6.2. RETE E TRALICCI ELETTROSALDATI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili e l'interasse fra le barre non deve superare i 330 mm. La rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza trafilati a con resistenza alla trazione di 600 N/mm<sup>2</sup> ed allungamento 8%.

La rete sarà ottenuta mediante saldatura elettrica di tutti i punti d'incrocio delle singole maglie.

La saldatura dovrà essere tale che si stabilisca una continuità di struttura dei due fili e la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro dei fili stessi.

La rete dovrà essere inoltre conforme a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e dalla norma UNI EN ISO 15630-2.

Le reti e i tralicci elettrosaldati saranno soggetti alle stesse prove previste per le barre ordinarie con in aggiunta la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura nel nodo, da svolgersi secondo le prescrizioni contenute all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e della norma UNI EN ISO 15630-2.

Saranno accettati di regola reti e tralicci ad aderenza migliorata e di produzione qualificata.

### **2.6.3. FIBRE DI ACCIAIO PER CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Le fibre saranno ottenute per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio e sagomando gli elementi in modo da aumentare la resistenza allo sfilamento dalla matrice cementizia.

Il processo seguito per la produzione delle fibre dovrà possedere la certificazione secondo gli standard UNI EN ISO 9001:2008.

Le fibre metalliche saranno zincate e rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- lunghezza 20÷60 mm
- diametro 0,5÷0,7 mm
- uncinatura alle estremità
- resistenza alla trazione >1000 N/mm<sup>2</sup>
- allungamento a rottura ≥ 1% min.

Le fibre dovranno essere confezionate in "placchette" con una sostanza solubile nell'acqua dell'impasto, in modo tale da assicurare una loro distribuzione uniforme nel calcestruzzo.



#### **2.6.4. BARRE, PROFILATI, TUBI, LAMIERE, BULLONI**

I materiali ferrosi da impiegarsi per le opere varie di carpenteria, dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.

La realizzazione di strutture metalliche dovrà avvenire in conformità alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219 rispettivamente per prodotti laminati, tubi senza saldatura e tubi saldati e comunque seguendo le prescrizioni contenute all'interno del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).

Per quanto concerne le modalità di fornitura in cantiere, gli acciai da carpenteria dovranno essere accompagnati dalla documentazione già indicata in relazione agli acciai per calcestruzzo armato. Sarà facoltà del D.L. rifiutare la fornitura in assenza di tutta la documentazione richiesta dalle vigenti normative.

Gli acciai da sottoporre a saldatura, oltre al rispetto delle normative sopra citate e riferite agli acciai in generale, devono presentare una composizione chimica adeguata. Le eventuali operazioni di saldatura degli elementi dovranno essere eseguite in conformità alle indicazioni contenute al paragrafo 11.3.4.5 del D.M. 14 gennaio 2008 –

Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e secondo i procedimenti codificati all'interno della norma UNI EN ISO 4063.

Le barre ed i profili normali, le lamiere sia piane che striate di qualsiasi forma, dimensione e spessore, dovranno essere di qualità S235-275-355 e conformi alla UNI EN 10025.

I tubi correnti saranno del tipo non legato e di qualità S235.

I tubi per micropali e per il rinforzo di colonne formate con getti di iniezione, saranno del tipo S355 senza saldatura. I manicotti di giunzione saranno ad alta resistenza e di lunghezza adeguata.

I profili IPE ed HE saranno di qualità S235-275-355 e conformi alla UNI EN 10025.

Le cinte oltre che reticolari potranno essere costituite da profilati "T" ad ali larghe aventi un profilo HE conforme alla UNI EN 10025

I bulloni da utilizzarsi per la realizzazione dei collegamenti fra gli elementi strutturali in acciaio devono presentare caratteristiche dimensionali conformi alle prescrizioni contenute all'interno della norma UNI EN ISO 4016 e appartenere alle classi individuate dalla norma UNI EN ISO 898-1. Per le caratteristiche tecniche e dimensionali si faccia riferimento agli elaborati progettuali.

Eventuali altri materiali ferrosi dovranno corrispondere alle caratteristiche di qualità e di lavorazione precisate in progetto, o stabilite di volta in volta dalla Stazione Appaltante.



La zincatura di manufatti in ferro, laddove stabilito, dovrà essere conforme alle norme UNI 10240:1999 UNI EN 10346:2009 La quantità di zinco non sarà inferiore a 400 g/m<sup>2</sup> di superficie realmente coperta.

I controlli di accettazione dei prodotti sopra citati in cantiere dovranno essere svolti dalla D.L. in conformità alle indicazioni contenute all'interno del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Qualora la fornitura dovesse provenire da un Centro di Trasformazione, è facoltà del D.L., previo l'accertamento che il Centro di Trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti stabiliti dal D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008), svolgere i controlli direttamente presso il Centro di Trasformazione stesso, secondo le modalità definite all'interno della stessa normativa.

### **2.6.5. LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE**

Saranno definite, come da norme UNI, in lamiera di spessore maggiore od uguale a 3 mm e lamiera di spessore inferiore a 3 mm.

Saranno fornite in vari modi (profilati, fogli e rotoli) ed avranno come base lamiera Fe KP GZ UNI 5753-84; le qualità e le tolleranze saranno definite dalle norme UNI 5753-84 per i vari tipi di lamiera e per i tipi di zincatura.

Dopo le operazioni di profilatura, verniciatura e finitura, le lamiera da impiegare non dovranno presentare imperfezioni, difetti o fenomeni di deperimento di alcun tipo.

### **2.6.6. LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE PREVERNICIATE**

Saranno ottenute con vari processi di lavorazione e finiture a base di vari tipi di resine, in ogni caso lo spessore dello strato di prodotto verniciante dovrà essere di almeno 30 micron, per la faccia esposta, e di 10 micron per l'altra (che potrà anche essere trattata diversamente).

### **2.6.7. LAMIERE IN ACCIAIO ZINCATE PLASTIFICATE**

Avranno rivestimenti in cloruro di polivinile plastificato o simili con spessore non inferiore a 0,15 mm od altri rivestimenti ottenuti con vari tipi di pellicole protettive.

### **2.6.8. ACCIAIO INOSSIDABILE**

Presenterà un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione; dovrà essere conforme alla norma UNI EN 10088-1:2005

### **2.6.9. FERRO COMUNE**



Il ferro comune sarà di prima qualità: dolce, eminentemente duttile, malleabile a freddo ed a caldo, tenace, di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere liscio senza pagliette, sfaldature, screpolature, vene, bolle, saldature aperte, soluzioni di continuità in genere ed altri difetti. La frattura dovrà presentarsi a grana fine e brillante. I manufatti di ferro che non dovranno essere zincati verranno forniti già protetti con una mano di appropriata vernice anticorrosiva.

I manufatti da sottoporre a zincatura dovranno essere eseguiti in modo tale che con la zincatura non si verifichino deformazioni termiche. La quantità di materiale apportata non dovrà essere inferiore a 0,5 kg per m<sup>2</sup> di superficie zincata.

#### **2.6.10. GHISA**

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, escluse assolutamente le ghise fosforose.

Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento, presentare una frattura grigia, a grana fina perfettamente omogenea e compatta, senza presenza alcuna di gocce fredde, screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti, specie se suscettibili di diminuirne la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con la lima o con lo scalpello. Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione, siano o no mascherati con piombo, stucco od altri mezzi.





La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

- Resistenza all'urto

Una sbarra di saggio lunga 200 mm a sezione trasversale quadrata, di 40 mm di lato, fusa in sabbia molto secca, collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello, distanti fra loro 16 cm, e fissata all'incudine di ghisa regolamentare, deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da un'altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso tra i due appoggi. L'incudine dovrà avere la lunghezza di 250 mm, la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

Una sbarra di saggio delle dimensioni e posta su due appoggi, come fissati al precedente paragrafo, dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 daN.

- Resistenza alla trazione

Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro, assoggettata ad una trazione crescente per gradi, non dovrà rompersi che a uno sforzo superiore ai 000 daN per mm<sup>2</sup> di sezione trasversale e la frattura dovrà presentare i caratteri sopra indicati. Per questa prova, le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice, tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

## **2.7. MANTI IMPERMEABILIZZANTI ADERENTI**

### **2.7.1. GENERALITA'**

I materiali da usarsi per l'esecuzione delle opere di cui alla presente specifica dovranno essere corrispondenti alle prescrizioni dei disegni di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione idonea a verificare la corrispondenza tra le prescrizioni di progetto e i materiali da utilizzare per l'esecuzione delle opere.

I materiali dovranno essere stoccati, a cura dell'Appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni delle ditte produttrici.

Verranno rifiutati e prontamente allontanati dal cantiere quei materiali che avessero subito lesioni o deterioramenti tali da compromettere le caratteristiche richieste e/o una corretta esecuzione delle opere.

Per quanto riguarda la definizione, le caratteristiche, le modalità di controllo e di collaudo si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI 4157/59 "Impermeabilizzazione delle coperture- Nomenclatura tipi, requisiti, campionatura"
- UNI 4163/59 "Determinazione dell'indice di penetrazione dei bitumi"



Base per il marchio CE delle membrane bituminose impermeabilizzanti sono le norme di applicazione europee:

- **EN 13707** Guaine bituminose con armatura per impermeabilizzazioni
- **EN 13969** Guaine bituminose per impermeabilizzazioni di fondazioni contro umidità o acqua
- **EN 13970** Barriere al vapore bituminose
- **EN 13859-1** Guaine bituminose sottotegola / coperture a falda
- **EN 13859-2** Guaine bituminose per pareti
- **EN 14967** Guaine bituminose tagliamuro

## 2.7.2. MEMBRANA BITUMINOSA ELASTOPLASTOMERICA

Le membrane prefabbricate, elastoplastomero-bituminose sono a base di bitume distillato, selezionato e modificato con un alto tenore di polimeri nobili elastomerici e plastomerici di qualità costantemente controllata che conferiscono al prodotto una eccezionale resistenza all'invecchiamento; sono armate con un tessuto non tessuto di poliestere, in modo da garantire la massima stabilità dimensionale.

Esse dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Norma	Caratteristiche tecniche	unità di misura	Valori per coperture protette	Valori per coperture esposte
EN 1848-1	Lunghezza	m	10 ± 1%	8 ± 1%
EN 1848-1	Larghezza	m	1 ± 1%	1 ± 1%
EN 1849-1	Optometria	Mm	Conforme norma UNI 8626	Conforme norma UNI 8626
EN 1849-1	Spessore (sulla cimosa)	mm	4 ± 5%	4 ± 5%
EN 1849-1	Massa areica	kg/mq	4 ± 10%	5 ± 15%
EN 12311-1	Resistenza a trazione L/T	N/5cm	850 ± 20%	850 ± 20%
EN 12311-1	Allungamento a rottura L/T	%	50/50 ± 15	50/50 ± 15
EN 12310-1	Resistenza alla lacerazione L/T (metodo B)	N	≥200/200	≥200/200
EN 12730	Resistenza al punzonamento statico	kg	≥35(PS 5)	≥35(PS 5)
EN 1109	Flessibilità a freddo	°C	≤-25	≤-25
	Flessibilità dopo invecchiamento	°C	≤-20	≤-20
ANSI/ASTM G53	Resistenza all'invecchiamento	4h UV a 60 °C	Nessuna	Nessuna alterazione



		4hCON a 40 °C	alterazione	
EN 1107-1	Stabilità dimensionale a caldo L/T	%	± 0.3/0.3	± 0.3/0.3
EN 1110	Stabilità di forma a caldo	°C	≥140	≥140
EN 1928	Impermeabilità all'acqua	60 kPa	Assoluta	Assoluta
UNI EN 1847	Comportamento all'acqua (variaz. di massa)	%	≤1	≤1
EN 12039	Autoprotezione minerale:	g/mq	-	≤300
	- perdita media massa areica	%	-	≤30
	- perdita media di ardesia			
ASTM D36	Temperatura di rammollimento R&B	°C	≥150	≥150
Confezione	Rotoli su pallets	N	25	20

## 2.8. BITUMI

### 2.8.1. BITUMI DA SPALMATURA PER IMPERMEABILIZZAZIONE

I bitumi a base di solventi, di cui alla presente specifica, dovranno essere del tipo applicabili a freddo ed identificabili secondo la normativa UNI 4157/59.

### 2.8.2. BITUMI PER INCOLLAGGIO DI MEMBRANE BITUMINOSE

I bitumi da usarsi per l'incollaggio delle membrane saranno del tipo ossidato, cioè bitumi alla cui molecola viene sottratto parte dell'idrogeno mediante trattamento con aria calda, e devono avere:

- punto di rammollimento 85°C, intendendo per punto di rammollimento la temperatura alla quale il bitume assume un particolare grado rammollimento sotto determinate condizioni di prova (si fa riferimento alla norma UNI 5655/65);
- penetrazione DOW 40 a 25°C, intendendo la profondità alla quale un ago di determinate caratteristiche che penetra verticalmente in un campione del materiale sotto determinate condizioni di carico, tempo e temperatura (si fa riferimento alla norma di unificazione UNI 4163/59);
- fessurazione o punto di Frass – 8°C, intendendo la capacità che il campione di bitume ha di resistere a bassa temperatura.

Si precisa che questo tipo di bitume non deve essere portato al di sopra dei 210°C quando sparso a caldo, dato che a questa temperatura hanno inizio fenomeni di cracking con conseguente formazione al suo interno di granuli di carbone.

## 2.9. PRODOTTI PER MANTI IMPERMEABILIZZANTI NON ADERENTI



### **2.9.1. GENERALITÀ**

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del produttore che ne certifica la rispondenza alle specifiche tecniche di cui al presente Capitolato; in difetto, la Direzione Lavori sarà tenuta ad allontanare dal cantiere la relativa fornitura.

Successivamente la Direzione Lavori avrà comunque la facoltà ordinare all'Impresa, a sua cura ed onere, il prelievo, durante il corso dei lavori, di campioni di materiale da sottoporre a prove ulteriori da effettuare presso laboratori qualificati a cura della Direzione Lavori ed onere dell'Impresa.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere, mentre nel caso di materiali già posti in opera, l'Impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione e alla sostituzione con materiali idonei.

### **2.9.2. SIGILLANTI**

#### ***2.9.2.1. Sigillante a base di polisulfuri***

Il sigillante a base di polisulfuri sarà un prodotto privo di solventi e specificatamente formulato per l'impiego in giunti di strutture murarie.

Il prodotto, dopo la polimerizzazione, dovrà essere dotato di elasticità permanente e impermeabilità all'acqua.

L'allungamento minimo a rottura non sarà inferiore a 250%.

Il sigillante sarà fornito con l'adesivo di fondo (primer) raccomandato dal produttore.

Il materiale sarà fornito in confezioni originali ermeticamente chiuse e sarà conservato in magazzini chiusi al riparo dal gelo. Il tempo di utilizzo è fissato in 10 mesi dalla data di confezione.

#### ***2.9.2.2. Sigillanti a base elastomerica***

Il sigillante sarà costituito indicativamente da un prodotto bicomponente a base di elastomeri poliuretanicici modificati e saranno costituiti da nastri o fili non vulcanizzati oppure da prodotti liquidi o pastosi con uno o più componenti; avranno diverse caratteristiche di elasticità, di resistenza all'acqua, agli sbalzi di temperatura ed alle sollecitazioni meccaniche.

Al momento dell'uso i componenti vanno miscelati senza diluizione alcuna e colati a freddo mediante manualmente o con serbatoio in pressione a seconda dei casi.

Avrà caratteristiche autolivellanti per le applicazioni su superfici orizzontali e tixotropiche per quelle su pareti verticali, elevato allungamento (450% a rottura secondo UNI 8202) e basso modulo elastico (0,20 Mpa secondo UNI-ISO 8339) per



evitare sollecitazioni indesiderate sulle pareti del giunto, ritorno elastico superiore al 90% secondo UNI-ISO 7389 per garantire resistenza agli agenti aggressivi.

Caratteristiche comuni saranno comunque la facilità e possibilità d'impiego entro un ampio arco di temperature (mediamente da +5 a +400°C), la perfetta adesività, la resistenza all'acqua, all'ossigeno ed agli sbalzi di temperatura, la resistenza all'invecchiamento e, per i giunti mobili, anche ai fenomeni di fatica.

Per i metodi di prova si farà in genere riferimento alle norme ASTM.

### 2.9.2.3. Sigillante a base di poliuretani

Il sigillante sarà costituito indicativamente da una resina poliuretanica monocomponente a basso modulo elastico.

Il prodotto utilizzato dovrà avere i seguenti requisiti:

- densità 1.3 daN/dm<sup>3</sup> circa (DIN 53 479 B);
- velocità di polimerizzazione 2 mm in 24 h circa (DIN 50 014-23/50-2);
- fuori polvere 1-2h circa (DIN 50 014-23/50-2);
- ritorno elastico 80% (DIN EN 27389);
- ritiro volumetrico 6% (DIN 52451);
- allungamento al lavoro 20%;
- B-Interno Scheda Tenacità 8 N/mm circa (DIN 53 515);
- resistenza alla trazione (DIN EN 28 339-B)

Allungamento	alla trazione	+23°C	-10°C	-20°C
25%	allungamento	0,3 N/mm <sup>2</sup>	0,4 N/mm <sup>2</sup>	0,5 N/mm <sup>2</sup>
50%	allungamento	0,4 N/mm <sup>2</sup>	0,7 N/mm <sup>2</sup>	0,7 N/mm <sup>2</sup>
80%	allungamento	0,5 N/mm <sup>2</sup>	0,9 N/mm <sup>2</sup>	0,9 N/mm <sup>2</sup>
100%	allungamento	0,6 N/mm <sup>2</sup>	1,0 N/mm <sup>2</sup>	1,2 N/mm <sup>2</sup>

- durezza Shore A circa 35 (DIN 53 505);
- resistenza alla pressione d'acqua 3 bar (senza ulteriori protezioni);
- temperatura di posa +5°C / +40°C;
- temperatura di esercizio -40°C / +80°C.

## 2.10. TUBI IN PVC



I tubi in PVC dovranno essere ottenuti per estrusione e rispondenti alle norme UNI EN 1329-1:2000.

Anche i pezzi speciali dovranno essere in accordo con la norma UNI EN 1329-1:2000.

## 2.11. LASTRE IN POLICARBONATO O METACRILATO

Le lastre dovranno essere autoestinguenti (classe 1), saranno trattate su un lato per la resistenza agli agenti atmosferici e avere subito un trattamento di stabilizzazione ai raggi UV, allo scopo di preservarle dall'ingiallimento e garantire nel tempo i requisiti richiesti di trasmissione luminosa e resistenza meccanica con riferimento al più ampio spettro di temperature.

In particolare, il materiale costituente le lastre dovrà avere i seguenti requisiti:

- Peso specifico 1200 Kg/m<sup>3</sup>
- Assorbimento d'acqua (24 ore a 23°C) 10 mg
- Resistenza a trazione a snervamento >60 N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a trazione a rottura >70 N/mm<sup>2</sup>
- Allungamento percentuale a snervamento <8
- Allungamento percentuale a rottura >100
- Resistenza all'urto (corpo in caduta libera) >200 Nm
- Coefficiente di dilatazione termica  $6,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Trasmittanza termica media 2.00 Kcal/m<sup>2</sup> h °C
- Trasmissione luminosa >80%



### **3. OPERE STRUTTURALI - MODALITÀ ESECUTIVE**

---

#### **3.1. DEMOLIZIONI**

##### **3.1.1. GENERALITÀ**

Nell'esecuzione delle demolizioni si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano, in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni, alla presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi.

Rientra nei compiti dell'Appaltatore:

- richiedere alle competenti Autorità locali tutte le necessarie autorizzazioni a procedere;
- garantire la piena funzionalità dei sottoservizi e vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori;
- realizzare tutte le opere provvisorie necessarie in presenza di fabbricati e/o manufatti preesistenti e proprietà di terzi (con puntellazioni e sbadacchiatura di parti pericolanti);
- non compromettere la stabilità di quanto realizzato;
- ricostruire le opere eventualmente danneggiate durante i lavori di demolizione, nello stato in cui si trovavano prima dei lavori stessi;
- reimpiegare i materiali di risulta quelli ritenuti idonei dalla DL fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare alle discariche autorizzate quelli rifiutati ;
- pulire le aree sulle quali vengono eseguite le opere di demolizione.

Durante le fasi di demolizione, andranno adottati tutti gli accorgimenti necessari per:

- procedere nel pieno rispetto del piano di sicurezza e coordinamento e delle normative vigenti in materia di salute dei lavoratori: si dovrà evitare in particolare di gettare dall'alto i materiali e di arrecare eccessivi disturbi alle persone e/o alle cose derivanti dalle vibrazioni, dai rumori e dalle polveri ;
- subordinare le operazioni alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera.

L'Appaltatore sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.



In linea generale per le demolizioni le attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla DL relativamente a numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti.

Saranno impiegate attrezzature quali scalpellate a mano o meccanica, martello demolitore tagli eventuali con fiamma ossidrica o con attrezzature elettromeccaniche e/o manuali agenti, demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto, idrodemolizione, taglio ad utensile diamantato (disco, filo), carotaggi. Nell'effettuazione delle demolizioni è fatto divieto nell'uso d'esplosivo.

Le demolizioni di manufatti potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza, comunque nel pieno rispetto delle geometrie e delle prescrizioni progettuali al fine di non comprometterne l'equilibrio statico e/o la funzionalità.

### **3.1.2. DEMOLIZIONI PARZIALI**

Nel caso di demolizioni parziali di strutture in c.a. o demolizione parziale di corree di guida, l'utilizzo del martello pneumatico è possibile esclusivamente dopo aver profilato la sagoma di scavo previo taglio con disco diamantato, carotaggi affiancati, filo diamantato.

Inoltre potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K (100°C) ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; dove previsto, i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

### **3.1.3. IDRODEMOLIZIONE**

L'idrodemolizione viene eseguita mediante getto di acqua avente portata variabile fino a circa 250 litri/minuto e pressione variabile fino a 1500 bar, con sistema robotizzato ad avanzamento automatico utilizzando carri semoventi a braccio telescopico radiale, atto a trasportare tutto il calcestruzzo degradato e/o preparare la zona di attacco fra vecchi e nuovi getti senza compromettere l'integrità dei ferri d'armatura messi a nudo.

### **3.1.4. TAGLIO AD UTENSILE DIAMANTATO**

Questa lavorazione viene eseguita mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche a utensili diamantati, disco o filo, per la realizzazione di tagli di strutture in calcestruzzo anche armato, sia in orizzontale sia in verticale.





### **3.1.5. CAROTAGGI**

I carotaggi possono essere di diversi diametri e lunghezze, queste lavorazioni vengono eseguite mediante l'utilizzo di macchine idrostatiche elettriche a rotopercussione o semplicemente rotanti, tassellatori e trivello ad aria compressa o elettrici, o carotatrici per la realizzazione di fori passanti o non, in diversi diametri e lunghezze, su strutture in calcestruzzo anche armato.

## **3.2. MOVIMENTI TERRA**

### **3.2.1. GENERALITÀ**

Con il termine “movimenti terra” si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi a cielo aperto e rinterri.

Nell'esecuzione degli scavi si deve tenere sempre presente che si opera in ambito urbano in vicinanza degli edifici ed in prossimità delle loro fondazioni.

Si deve altresì tenere presente che si opera in presenza di condotti di fognatura e di altri sottoservizi, occorre quindi che l'Appaltatore presti la massima attenzione per garantire la piena funzionalità di detti servizi essendo onere dell'Appaltatore vigilare sulla funzionalità della rete per tutta la durata dei lavori e in particolare nel corso dell'esecuzione delle opere provvisorie.

Saranno oneri specifici dell'Appaltatore i seguenti:

- portare a discarica autorizzata a propria cura e spese e sotto la Sua responsabilità il materiale di risulta proveniente dagli scavi in quanto produttore dello stesso (la DL si riserva tuttavia la facoltà, a suo insindacabile giudizio, e sempre a cura e spese dell'Appaltatore, di inviare in tutto o in parte il materiale di risulta a stoccaggio od a rinterro anche su altri lotti, comunque ubicati nell'ambito della tratta) ;
- gli oneri derivanti dalla posa in opera di eventuali sbadacchiature e puntellature;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di scavo alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso;



- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dal presente Capitolato, così come quelli integrativi che a giudizio della DL, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.
- l'immediato allontanamento delle acque meteoriche e/o di aggettamento che si dovessero depositare al piede degli scavi.

### 3.2.2. SCAVI

Le modalità di scavo potranno essere verificate dall'Appaltatore in funzione di sue esigenze operative specifiche, fermo restando il rispetto della Normativa vigente e delle prescrizioni progettuali. Una volta definite, come tipologia e come localizzazione, dovranno essere sottoposte alla approvazione preventiva della DL.

In tutti i luoghi ove avverranno scavi a cielo aperto e comunque nei luoghi di seguito indicati:

- nelle aree dove verranno effettuati gli scavi per la realizzazione di tutti i pozzi;
- nelle aree dove dovranno essere effettuati i consolidamenti da piano di campagna;
- in corrispondenza dei punti in cui si dovranno eseguire i sondaggi o dove andranno installate strumentazioni di misura che prevedono perforazioni verticali,

L'Appaltatore, preliminarmente a ogni operazione di scavo:

- avrà cura di provvedere a tutte le indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati o sottoservizi di qualsiasi natura, la cui esistenza non è stato possibile accertare in sede di progetto, e che potrebbero interferire con gli scavi da realizzare; eventualmente realizzare tutte le opere di deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima di dare il via alle attività di scavo;
- eseguirà la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette;
- qualora ai lavori in terra siano connesse opere in c.a, dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.
- procederà all'eventuale taglio delle piante, all'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc. (diserbamento) e all'eventuale loro trasporto in aree apposite;



- procederà allo scoticamento, consistente nella rimozione ed asportazione di terreno vegetale, di qualsiasi composizione e qualunque contenuto d'acqua, per uno spessore minimo pari a 50 cm, salvo diversa e più restrittiva prescrizione.
- procederà alla eventuale demolizione di massicciate stradali esistenti;
- procederà alla ricerca mediante idonei strumenti rilevatori dei sottoservizi presenti lungo il perimetro dell'opera, potendosi ritenere ovviamente che se non vi sono attraversamenti di sottoservizi lungo detto perimetro gli stessi non dovrebbero essere presenti sull'“impronta” dell'opera;
- procederà all'esecuzione di saggi perimetrali, ultimata questa fase di ricognizione, fino a quota -2,00 m da p.c., ogni 5 m min., applicando laddove necessario le armature di sostegno

Quindi l'Appaltatore potrà dare corso agli scavi secondo le seguenti modalità:

- gli scavi potranno essere eseguiti a mano o con mezzi meccanici (è vietato l'uso di esplosivo);
- gli allacciamenti alle fognature degli scarichi, così come gli allacciamenti di acqua, gas, telefoni, elettricità, dovranno essere sempre mantenuti in regolare funzionamento in qualsiasi fase dei lavori, anche attraverso collegamenti provvisori richiesti dalle Aziende competenti;
- qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedervi a sue spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a carico dell'Appaltatore il risarcimento per i danni dovuti a tali motivi, subiti da persone, cose o dall'opera medesima;
- è vietato sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano ai getti prima che la DL abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni;
- nel caso di franamento degli scavi è a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo; nessun compenso spetterà all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature;
- nel caso che, a giudizio della DL, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono, lo richiedano, l'Appaltatore sarà tenuto a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie ;
- qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti assegnati, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, rimettere in sito le materie scavate in più, utilizzando materiali idonei;
- l'Appaltatore dovrà ottenere, a sua cura e spesa, la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, comprese le relative indennità, nonché provvedere alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto disposto dalla DL.
- i materiali provenienti dagli scavi e non idonei per altro impiego nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della DL, fatte salve le vigenti norme di legge.



- nel caso che i materiali fossero ritenuti idonei a seguito di prove eseguite dall'Appaltatore, a sua cura e spese, e sotto il controllo della DL, dovranno essere trasportati in aree di deposito, custoditi opportunamente, eventualmente trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti Norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

### **3.2.3. RINTERRI**

Il rinterro sarà effettuato con misto di ghiaia e sabbia, di norma proveniente dagli scavi stessi eseguiti nell'ambito del lotto.

Dovrà essere prestata la massima precauzione e diligenza, secondo le prescrizioni della DL, per i riempimenti dei vani circostanti alle tubazioni, condotti, manufatti e sottoservizi in genere.

Normalmente, in questi casi, il rinterro avverrà dapprima con sabbia disposta a strati ben battuti a più riprese fino a 50cm al di sopra dei sottoservizi; indi si procederà al riempimento dell'ulteriore scavo con materiale proveniente dallo stesso.

Il materiale sarà steso a strati successivi, di spessore non superiore a 30cm ed ogni strato, dopo averlo opportunamente bagnato, verrà costipato con mezzi idonei, secondo le disposizioni della DL.

Negli ultimi due strati verso la superficie superiore e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, il peso specifico apparente dovrà raggiungere almeno il 95% di quello massimo ottenibile con il metodo Proctor (standard).

Il materiale dovrà essere posto in opera non nei periodi di gelo o su terreno gelato.

A rinterro ultimato e prima di iniziare la formazione dell'eventuale sottofondo stradale, il rinterro stesso dovrà risultare sia trasversalmente che longitudinalmente conforme alle livellette e sagome di progetto o prescritte dalla DL.

### **3.3. MURATURE PORTANTI**

"Omissis"

### **3.4. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

#### **3.4.1. CALCESTRUZZO**

##### **3.4.1.1. Generalità**



Il calcestruzzo sarà composto da cemento, sabbia, aggregati, acqua ed additivi.

L'Appaltatore dovrà confezionare, trasportare e posare il calcestruzzo in conformità alle specifiche tecniche ed alle vigenti norme tecniche riguardanti le costruzioni NTC 2008, ai sensi dell'Articolo 21 della Legge 5/11/1971 n° 1086 e successive modifiche e integrazioni.

L'Appaltatore dovrà inoltre attenersi alle prescrizioni relative al confezionamento e alla posa in opera dei calcestruzzi normali contenute nella norma UNI EN 206-1 o nella UNI 11104 (si potrà fare riferimento anche alla norma UNI EN 13670).

Per i calcestruzzi proiettati si farà riferimento alle norme UNI 14488 e UNI 14487.

Per i calcestruzzi auto compattanti si farà riferimento alle norme UNI 11040 fino alla UNI 11045.

Ovviamente si farà riferimento a ulteriori indicazioni integrative che fossero previste progettualmente ed avallate dalla D.L.

### **3.4.1.2. Componenti**

a ) Cemento: Il cemento dovrà essere conforme a quanto già prescritto.

b) Acqua d'impasto: L'acqua d'impasto dovrà essere conforme a quanto già prescritto.

c) Sabbia: La sabbia dovrà essere conforme a quanto già prescritto;

La graduazione della sabbia per calcestruzzi, eseguita con i setacci UNI dovrà essere conforme ai requisiti della seguente tabella.

Setaccio [mm]	Percentuale in peso passante
10.00	100
5.00	95-100
2.36	80-90
1.18	60-80
0.60	30-60
0.30	10-30
0.15	3-7

L'umidità contenuta nella sabbia, al momento dell'immissione in betoniera, sarà il più possibile costante e non potrà comunque superare l'8% in peso.

Come già espresso in precedenza, al confezionamento il produttore del calcestruzzo dovrà rilevare, mediante idonee apparecchiature (per es. sonde), il tasso di umidità presente, di cui terrà conto nell'aggiunta di acqua di impasto per rispettare il rapporto a/c massimo previsto.

Aggregati grossi: Gli aggregati grossi dovranno essere conformi a quanto già prescritto;

Le graduazioni individuali degli aggregati grossi per calcestruzzi, eseguita con i crivelli UNI, dovrà essere conforme ai seguenti requisiti:



Crivello mm	Percentuale in peso passante	
	Pietrischetto 5-20 mm	Pietrisco 20-30 mm
40.00	-	100
30.00	-	95-100
25.00	100	20-45
20.00	90-100	0-5
10.00	30-55	-
5.00	0-5	-

Salvo diverse istruzioni impartite dal Committente, gli aggregati grossi potranno essere proporzionati in peso in base alla relazione  $p = 100 d/D$  (curva di Fuller) dove  $p$  è la percentuale in peso passante al setaccio di maglia quadrata  $d$ , mentre  $D$  è il diametro massimo dell'inerte.

Potrà essere adottata peraltro altra curva granulometrica di riferimento (per es. Bolomey, Faury, Fuller cubica, ecc.) in funzione delle caratteristiche tecnico-operative e reologiche da ottenere (fluidità, lavorabilità, ecc.) e dei materiali impiegati (dosaggio di cemento, tipo di inerti, ecc.).

Additivi: Gli additivi (superfluidificanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, aeranti, ecc.) saranno conformi a quanto già prescritto.

Microsilicati: I microsilicati dovranno essere conformi a quanto già specificato.

### **3.4.1.3. Specifiche per opere in calcestruzzo normale a prestazione garantita**

Per calcestruzzo a prestazione garantita si intende un calcestruzzo che deve essere fornito dal produttore con proprietà base e addizionali rispondenti ai requisiti specificati in conformità alla norma UNI EN 206-1 o 11104.

I requisiti base da specificare obbligatoriamente sono:

- classe di resistenza a compressione;
- classe di consistenza al momento del getto;
- classe di esposizione;
- dimensione massima nominale dell'aggregato;
- classe di contenuto di cloruri.



All'atto della consegna in cantiere, l'appaltatore è tenuto a mostrare al D.L. il certificato di conformità alle prescrizioni progettuali relativo al calcestruzzo prodotto. E' facoltà del D.L. provvedere alla verifica della conformità del prodotto consegnato a quanto richiesto.

Tra i requisiti aggiuntivi si potranno specificare:

- contenuto d'aria (tassativo in caso di cicli gelo-disgelo, ma raccomandabile anche per tutte le tipologie di calcestruzzi, pur con una frequenza ridotta di misurazione );
- resistenza alla penetrazione d'acqua (in accordo alla UNI 12390-8).

Pertanto, salvo diversa indicazione, il calcestruzzo di tutti i manufatti (strutturali e non) dovrà avere requisiti indicati sulle tavole di progetto secondo lo schema richiamato nel seguito:

- Cemento (tipo e classe)
- Classe di resistenza a compressione ( N/mm<sup>2</sup> o in MPa)
- Classe di consistenza al momento del getto
- Classe di esposizione
- Dimensione max. nominale aggregati (mm)
- Classe di contenuto in cloruri
- Copriferro min (mm)

In particolare si evidenzia quanto segue.

#### Cemento

Facendo riferimento alla norma UNI EN 197-1, vale quanto già precedentemente detto.

#### Classe minima di resistenza a compressione

Per i valori di resistenza a compressione nel senso della durabilità si farà riferimento ai prospetti 7 del par. 4.3.1 della norma EN 206-1, e della UNI 11104 che dipendono dalla classe di esposizione.

In particolare si evidenzia che la classe di resistenza a compressione indicata nel seguito esprime un requisito per garantire la durabilità strutturale e che non coincide in generale con quella derivante dalle calcolazioni; il calcestruzzo da impiegare avrà pertanto una classe di resistenza almeno pari alla maggiore delle due, vale a dire che in ogni caso sarà prevalente la resistenza minima tra quella progettuale e quella relativa alla durabilità.

In altre parole, si adotterà il minore rapporto a/c tra quello previsto per la classe di esposizione e quello previsto per le prestazioni strettamente strutturali.



### Classe di esposizione

Le classi di esposizione vengono classificate in base ai rispettivi prospetti del par. 4.1 della norma EN 206-1 e della UNI 11104.

### Aggregati

Il tipo di aggregato secondo UNI 8520 Classe A e le sue proprietà (dimensioni, forma, resistenza a gelo e disgelo, resistenza all'abrasione, presenza di fini, ecc.) deve essere scelto considerando:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'impiego finale del calcestruzzo;
- le condizioni ambientali alle quali il calcestruzzo sarà esposto;
- ogni requisito per l'aggregato esposto o per le finiture lavorate del calcestruzzo;

Come già espresso, la dimensione massima nominale dell'aggregato deve essere scelta tenendo conto del copriferro e della larghezza della sezione minima.

### Il contenuto in cloruri

E' espresso come percentuale di ioni cloruro rispetto alla massa del cemento, non deve superare il valore per la classe prescelta di cui al prospetto 10 del par. 5.2.7 della norma EN 206-1 e della UNI 11104.

Per la determinazione del contenuto in cloruri del calcestruzzo, si deve calcolare la somma dei contributi apportati dai materiali componenti utilizzando uno dei metodi di seguito riportati, oppure una loro combinazione:

- calcolo basato sul contenuto in cloruri permesso dalla norma relativa al componente oppure dichiarato dal produttore, per ciascun materiale componente;
- calcolo basato sul contenuto in cloruri dei materiali componenti ricavato mensilmente a partire dalla somma delle medie delle ultime 25 determinazioni del contenuto in cloruri più 1.64 volte lo scarto tipo calcolato per ciascun materiale componente.

### La consistenza

Per tutti tipi di calcestruzzi, ad esclusione dei magroni, si dovrà avere una consistenza al getto S4-S5 (19-22 cm di slump).

Essa sarà misurata con uno dei metodi di prova seguenti:

- abbassamento al cono in conformità alla EN 12350-2; costituendo tale prova il metodo più diffuso e facile da applicare, esso costituirà in generale il termine di riferimento;
- Vebè in conformità alla EN 12350-3;
- indice di compattabilità in conformità alla EN 12350-4;
- tavola a scosse in conformità alla EN 12350-5;





- metodi specifici da concordare fra il progettista e produttore del calcestruzzo per applicazioni speciali.

In ogni caso:

- nella composizione granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 45%, salvo autorizzazione della D.L. La consistenza del calcestruzzo deve essere determinata al momento dell'impiego del calcestruzzo, vale dire al getto vero e proprio, ovvero, nel calcestruzzo preconfezionato in centrale esterna, al momento della consegna.
- il mantenimento della consistenza prevista (S4-S5) dovrà essere garantita per tutta la durata di ogni singolo scarico senza che avvengano, durante il tragitto in cantiere, aggiunte arbitrarie di acqua.
- al fine di valutare l'omogeneità del calcestruzzo il prelievo verrà effettuato a 1/5 e a 4/5 dello scarico di ogni singola autobetoniera.
- la frequenza e le modalità di prelievo saranno comunque decise dalla D.L..

#### Rapporto acqua/cemento

Poiché il calcestruzzo sarà in ogni caso a resistenza garantita, il rapporto acqua/cemento sarà tale da garantire necessariamente le prestazioni richieste.

Nel caso che sia espressa anche la classe di esposizione, il produttore del calcestruzzo dovrà fornire nella documentazione (per es. bolla di accompagnamento) il valore acqua /cemento relativo ad ogni singola consegna.

Sarà discrezione della D.L. fare effettuare la verifica del rapporto a/c in cantiere secondo la procedura prevista nella UNI 11201 ogni qual volta lo ritenesse necessario indipendentemente dalla frequenza prevista nella tabella al paragrafo 3.15.4.1.

Come previsto da suddetta norma, sarà tollerata una differenza massima del 3% in più rispetto a quello dichiarato nella miscela di qualifica.

### **3.4.2. MANUFATTI IN CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA (C.A.O.)**

#### **3.4.2.1. Controlli sul calcestruzzo**

Il calcestruzzo durante la fase di produzione e posa in opera, sarà controllato con prelievi da effettuarsi in accordo con le modalità di campionamento indicate all'interno della norma UNI EN 12350-1 e le disposizioni che saranno impartite dal Committente.

Le prove e la relativa frequenza saranno in accordo con quanto specificato di seguito:

PROVA	NORMA	FREQUENZA
Compressione	UNI EN 12390 parte 3	(*)
Massa volumica	UNI EN 12390 parte 7	5000 m <sup>3</sup>



Consistenza	UNI EN 12350-2	Ogni 100 mc o almeno 1 volta al giorno in caso di minori mc. La frequenza potrà essere concordata in in ogni caso con la D.L.
Temperatura	A mezzo termocoppie e/o termometro	La frequenza sarà funzione della tipologia dei getti, specie quelli massivi e delle condizioni termigrometriche. Sarà definita in accordo con la D.L.
Impermeabilità	UNI EN 12390 parte 8	2500 m <sup>3</sup>
Contenuto d'aria	UNI EN 12350 parte 7	5000 m <sup>3</sup>
Acqua essudata	UNI 7122	5000 m <sup>3</sup>
Composizione	UNI 6393	10000 m <sup>3</sup> od ogni qualvolta sorgessero problemi
Cono di Abrams	UNI EN 12350 parte 2	50 m <sup>3</sup>
Gelo e disgelo	UNI 7087	10000 m <sup>3</sup>
Durabilità delle opere	UNI 8981	2500 m <sup>3</sup>
Diametro massimo dell'aggregato	UNI EN 933-1	2500 m <sup>3</sup>
Resistenza a trazione per flessione	UNI EN 12390 parte 5	2500 m <sup>3</sup>
Resistenza a compressione sui monconi di provini rotti per flessione	UNI 6134	2500 m <sup>3</sup>
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12390 parte 6	5000 m <sup>3</sup> ; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L.
Modulo elastico secante a compressione	UNI 6556	5000 m <sup>3</sup> ; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L. 5000 m
Ritiro idraulico	UNI 11307	5000 m <sup>3</sup> ; solo nei casi per i quali essa risulta di particolare importanza o comunque a giudizio della D.L.

(\*) La frequenza sarà in sintonia con quanto previsto dalla norme Nuove Norme Tecniche (cap.11) e secondo la procedura prevista dal controllo di tipo A (lotti con massimo di 300 mc) o controllo di tipo B (lotti con almeno 1500 mc di calcestruzzo)

Inoltre:

- La D.L. avrà la facoltà di prescrivere ulteriori prelievi e prove qualora vi siano variazioni nei componenti dell'impasto o per altre ragioni che ne giustifichino la necessità.
- La forma e le dimensioni dei provini di conglomerato cementizio da sottoporre a prova di compressione, saranno conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 12390 parte 1. La preparazione e la stagionatura degli stessi provini, saranno conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 12390 parte 2.

Pertanto:



- L'impresa dovrà prequalificare presso laboratori ufficiali i materiali e gli impasti ed i relativi risultati a 28gg in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:
  - a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
  - b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
  - c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
  - d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
  - e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
  - f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
  - g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

#### NORME PRINCIPALI DI RIFERIMENTO

Unitamente alle norme UNI richiamate specificatamente nei singoli paragrafi, vengono qui riportate le principali norme UNI di riferimento per le prove da eseguire:

- UNI EN 12350-1:2001 sul calcestruzzo fresco – Campionamento
- UNI EN 12350-2:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350-3:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova Vébé
- UNI EN 12350-4:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Indice di compattabilità
- UNI EN 12350-5:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-6:2001 Prova sul calcestruzzo fresco - Massa volumica
- UNI EN 12350-7:2002 Prova sul calcestruzzo fresco - Contenuto d'aria – Metodo per pressione
- UNI EN 12390-1:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
- UNI EN 12390-2:2002 Prova sul calcestruzzo indurito- Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-4:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione



- UNI EN 12390-3:2003 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-5:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza a flessione dei provini
- UNI EN 12390-6:2002 Prova su calcestruzzo indurito - Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI EN 12390-7:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12390-8:2002 Prova sul calcestruzzo indurito - Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione

#### **3.4.2.2. Autorizzazione ai getti**

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio; a suo insindacabile giudizio, la D.L. potrà richiedere di effettuare, in contraddittorio con l'Appaltatore, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica delle prestazioni richieste.

Peraltro prove in contraddittorio con l'Appaltatore, potranno essere richieste ogni qual volta la D.L. ne ravvedesse la necessità.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori; tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

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 Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma EN 206-1 o alla UNI 11104, 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 EN 206-1 o alla UNI 11104.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma, tranne che per il magrone, utilizzato per spianamenti, sottofondazioni, riempimenti, ecc., che sarà confezionato con materiali idonei e dosato di norma con 150 kg di cemento tipo 29,5, per metro cubo di impasto.

#### **3.4.2.3. Calcestruzzo non conforme alla resistenza richiesta**



In questo caso l'Appaltatore dovrà demolire e successivamente ricostruire le opere o le parti di opere non conformi alle prescrizioni a sue spese e seguendo le modalità che saranno impartite durante il corso dei lavori dal Committente e dalla D.L..

Prima di procedere alla demolizione, l'Appaltatore potrà a sue spese, eseguire carotaggi nella zona del calcestruzzo deficiente e provare i campioni estratti in laboratorio al fine di meglio delimitare la zona di intervento.

Tale procedura e i relativi risultati saranno comunque sottoposti alla approvazione del Committente e della D.L. ed eventualmente del progettista nel caso siano coinvolti aspetti statici o comunque ne necessitasse una sua valutazione.

#### **3.4.2.4. Confezionamento del calcestruzzo- generalità**

Il confezionamento del calcestruzzo dovrà essere eseguito con idonei mezzi d'opera e modalità in modo da ottenere un impasto di consistenza omogenea e di buona lavorabilità.

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente i disegni degli impianti che intende installare prima di procedere al loro acquisto o trasporto ai cantieri.

Il calcestruzzo per i getti in opera, sarà confezionato con impianti automatici o semiautomatici provvisti da almeno 3 scomparti per gli inerti, da betoniera a turbina o biconica e da dosatori dei componenti la miscela in grado di rispettare le seguenti tolleranze in peso:

- cemento 1.5 %
- acqua 1.5%
- inerti 3.0%
- additivi 1.0%

Gli impianti saranno anche provvisti di registrazione di ogni singolo impasto mediante registratore automatico scrivente.

Come già espresso, al confezionamento si dovrà tenere conto dell'umidità superficiale degli inerti, che andrà conteggiata nella valutazione del rapporto acqua/cemento.



### 3.4.2.5. *Mescolamento del calcestruzzo*

La procedura sarà così articolata:

- Il tempo del mescolamento del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 5 minuti indipendentemente dal tipo di betoniera impiegata la D.L. avrà la facoltà di aumentare il tempo minimo di mescolamento qualora l'impasto non risultasse omogeneo.

In tale fase verrà raggiunta la consistenza richiesta mediante prova al cono secondo UNI 12350-2.

Tale verifica potrà non essere necessariamente eseguita ad ogni carico, come in precedenza espresso.

Come elemento sostitutivo di valutazione, si potrà fare riferimento al manometro delle singole betoniere, rilevandone il valore in funzione della consistenza preliminarmente valutata (S4-S5 o, nel caso, autocompattante) sempre per singola betoniera.

Tale criterio sarà perseguibile se e solo se si sarà definita la corrispondenza tra la consistenza valutata con la UNI 12350-2 e il valore del manometro, ed esclusivamente sempre e comunque con le stesse autobetoniere, i cui manometri dovranno essere dichiarati efficienti ed attendibili dal fornitore del calcestruzzo.

In ogni caso tale procedura dovrà essere avallata dalla D.L.

- Il conteggio del tempo di mescolamento avrà inizio allorché tutti gli ingredienti, ad eccezione dell'ultima frazione d'acqua, saranno nella betoniera.

Non è permesso un tempo eccessivo d'impasto tale che richieda l'aggiunta di acqua oltre quella stabilita per mantenere la consistenza del calcestruzzo.

In altre parole, non sono ammesse aggiunte d'acqua oltre a quella totale di impasto (acqua presente come umidità negli inerti e acqua aggiunta alla miscelazione) atta a stabilire il rapporto acqua/cemento previsto.

- Relativamente a quanto espresso al punto precedente, valgono, come da EN 206-1, le seguenti definizioni:

acqua totale di impasto: acqua aggiunta + acqua contenuta come umidità superficiale nell'inerte, + acqua contenuta negli additivi (qualora il loro contenuto superi i 3 lt/m<sup>3</sup>) + acqua derivante da impiego di ghiaccio o riscaldamento mediante vapore

acqua efficace: differenza fra l'acqua totale di impasto presente nel calcestruzzo fresco e l'acqua assorbita dagli inerti

rapporto acqua/cemento: rapporto in massa tra il contenuto d'acqua efficace ed il contenuto di cemento nel calcestruzzo fresco

- La betoniera non dovrà essere caricata oltre la sua capacità nominale (preferibilmente le autobetoniere saranno caricate all'80% della loro portata massima).



- Prima di iniziare un nuovo carico l'impasto precedente dovrà essere completamente scaricato.
- Il successivo carico sulla stessa betoniera potrà essere effettuato solo una volta che sarà scaricata tutta l'acqua di lavaggio impiegata solitamente dall'autista dopo lo scarico del calcestruzzo poiché l'acqua che dovesse rimanere nella autobetoniera altererà inevitabilmente il rapporto acqua/cemento del successivo carico.

L'esecutore sarà quindi interamente responsabile, unitamente al fornitore del calcestruzzo, di eventuali anomalie che in tale senso dovessero verificarsi nella reologia e nelle prestazioni del calcestruzzo, fino alla demolizione delle parti strutturali ad esse soggette, con tutti gli oneri a carico dei suddetti.

#### **3.4.2.6. *Trasporto del calcestruzzo***

E' definita la seguente procedura:

- Il trasporto del calcestruzzo fresco dall'impianto di betonaggio alla zona del getto dovrà essere effettuato mediante mezzi e modalità che evitino la separazione dei componenti, la perdita di materiale, l'evaporazione dell'acqua d'impasto, e che assicurino un approvvigionamento continuo del getto in corso di esecuzione; i mezzi e i metodi di trasporto dovranno essere approvati dalla D.L..
- L'intervallo di tempo tra la fine dell'impasto e la messa in opera non dovrà superare i 45 minuti quando la temperatura media dell'aria è superiore a 25°C ed i 60 minuti quando la temperatura è inferiore a 25°C.
- Fa in ogni caso riferimento quanto espresso alla voce Additivi nel caso di loro impiego.
- Il calcestruzzo dovrà essere mantenuto in movimento durante il tempo di trasporto; il trasporto del calcestruzzo mediante veicoli non provvisti di dispositivo di agitazione sarà permesso solo se il tempo tra l'impasto e la messa in opera non supera 15 minuti, salvo diversa autorizzazione del Committente e della D.L..
- La capacità dei veicoli dovrà essere uguale o un multiplo intero di quella della betoniera dell'impianto per evitare il frazionamento di impasti nella distribuzione.

#### **3.4.2.7. *Preparazione delle superfici di posa***

Verrà adottata la seguente procedura:

- Le superfici di posa delle opere in calcestruzzo, al momento del getto, dovranno essere libere da acqua, fango, olii, sostanze organiche, detriti, frammenti di roccia e da qualsiasi altro materiale estraneo. Se necessario la pulizia sarà eseguita con l'impiego di acqua ed aria in pressione.
- L'Appaltatore non potrà effettuare getti in presenza d'acqua o ghiaccio, salvo esplicita autorizzazione del Committente e della D.L.



Qualora i getti debbano eseguirsi in tratti ove e' presente acqua d'infiltrazione, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad attuare adeguati sistemi di captazione delle acque e al drenaggio delle stesse, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi, o il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti durante la presa.

#### **3.4.2.8. Getto del calcestruzzo**

L'Appaltatore dovrà attendere alla seguente procedura:

- Dovrà comunicare anticipatamente alla D.L. il programma di getto indicando: luogo del getto, la struttura interessata dal getto, la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo
- Valutare preventivamente la tempistica esecutiva di getto onde evitare discontinuità nella realizzazione, istruendo i vari operatori relative alle fasi di getto (stesura, vibrazione, stagionatura, ecc.).

I singoli getti, giornalieri e non, potranno iniziare solo dopo che la D.L. abbia verificato:

- La preparazione e rettifica di piani di posa
- La pulizia delle casseforme
- La posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copri ferro
- La posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione
- La posizione degli inerti previsti progettualmente (giunti, water stop, ecc.)
- L'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti (v. paragrafo "Riprese di getto") o la stesura del disarmante
- Nei getti contro terra, la pulizia del sottofondo, la posizione di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante e/o di collegamento.

La procedura esecutiva del getto sarà così articolata:

- il calcestruzzo sarà normalmente posato mediante pompe, nastri trasportatori e benne; canalette potranno essere impiegate purché abbiano una lunghezza non superiore a 5 m e non diano origine a segregazione dei componenti.
- la posa del calcestruzzo dovrà essere fatta con la massima cura al fine di evitare la segregazione dei componenti.

In ogni caso:

- si dovrà evitare un salto di caduta libera del calcestruzzo superiore a 1 metro dalla estremità di uscita del mezzo convogliatore sia esso canala, pompa, secchione, ecc.
- nei getti verticali quali muri, pilastri, ecc. si dovrà gettare mediante tubo getto con tramoggia, facendo in modo che inizialmente l'estremità di uscita del tubo sia posizionata sul fondo e via via sollevata verso l'alto al procedere del convogliamento del calcestruzzo.

Qualora la concentrazione delle armature o la geometria dei getti impedisse tale procedura, il getto verrà effettuato mediante "finestre" previste nel cassero in





modo tale che la caduta libera non superi 1,5 m.; Le finestre verranno opportunamente “sigillate” al procedere in altezza con il getto.

Alla chiusura di ogni singola finestra, il getto continuerà subito da quella superiore e così via via fino a completamento del getto stesso ; in tale evenienza si dovrà porre ulteriore attenzione che non avvengano fenomeni di segregazione e separazione dell'impasto anche a causa di “effetto parete” con il cassero

- L'Appaltatore dovrà provvedere a sufficienti ed adeguati mezzi d'opera al fine di assicurare un'esecuzione di getto continua e senza interruzioni.

In particole dovrà attendere a una accurata valutazione delle tempistiche esecutive di getto.

- Il calcestruzzo sarà gettato in strati di altezza non superiore a 50 cm e l'esecutore avrà cura che le casseforme siano perfettamente riempite e sia esclusa la formazione di nidi di ghiaia.
- Qualora si verificassero interruzioni della posa del calcestruzzo per cause impreviste, il getto sarà interrotto in punti prestabiliti in accordo con il progettista e con la D.L., formando giunti di costruzione tali che non venga influenzata la stabilità dell'opera.

### **3.4.2.9. Temperatura di getto**

Il calcestruzzo al momento del getto nelle casseforme non potrà in genere avere una temperatura inferiore a +8°C e superiore a +28°C.

La temperatura della superficie di posa (riprese di getto, terreno, roccia, ecc.) non dovrà essere inferiore a + 1°C.

In ogni caso non dovrà essere presente ghiaccio sulle superfici di posa.

#### **3.4.2.9.1. Getti in clima freddo**

Si adotteranno le seguenti precauzioni:

- Affinché la temperatura dell'impasto rispetti il limite suddetto di 8°C, durante la stagione fredda l'Appaltatore dovrà riscaldare all'occorrenza i componenti la miscela, in particolare gli inerti ed eventualmente l'acqua, fino ad una temperatura massima di +40°C.

In caso di fornitura di calcestruzzo da centrale esterna l'Appaltatore dovrà richiedere in ogni caso il rispetto della suddetta temperatura.

Al confezionamento gli inerti tassativamente non dovranno presentare alcuna traccia di ghiaccio.

In ogni caso, al momento del getto verrà accuratamente misurata la temperatura esterna e quella del calcestruzzo e ne verrà informata la D.L., alla quale saranno dichiarati i mezzi adottati per aumentare la temperatura del calcestruzzo.

La temperatura di getto verrà registrata dall'Appaltatore almeno 1 volta per ogni singolo giorno di getto e comunque ogniqualvolta se ne presenti la necessità



nell'ambito della stessa giornata e dovrà essere riportata su apposito registro di cantiere.

I termometri per effettuare la misurazione della temperatura dell'aria, dell'acqua, del calcestruzzo e degli altri materiali, saranno forniti dall'Appaltatore.

Nel trasporto del calcestruzzo si dovrà tenere conto della perdita  $\Delta T$  di temperatura dell'impasto, definita dalla seguente relazione, che potrà verificarsi nel tragitto dalla centrale di betonaggio, in particolare se questa è ubicata esternamente al cantiere:

$$\Delta T = 0,25 (T_r - T_a) \cdot t$$

dove  $T_r$  è temperatura richiesta in cantiere,  $T_a$  la temperatura e  $t$  la durata di trasporto in ore.

- La temperatura minima di esterna non dovrà essere inferiore a 5°C durante l'esecuzione e nelle prime 12 ore dal getto, salvo adottare da parte dell'appaltatore le opportune precauzioni evidenziate nelle seguenti tabelle:

#### Temperatura dell'aria

Minima dimensione della sezione, mm

300 (solette)    300-900 (muri)    900-1800    >1800 (pile e plinti)

Minima temperatura ammessa del calcestruzzo dopo il getto, fino alla fine della maturazione protetta, °C

Da 5 a -15 °C	13	10	7	5
---------------	----	----	---	---

Minima temperatura richiesta del calcestruzzo alla centrale, per durata del trasporto <0.5 ore.

>-1 °C	16	13	10	7
--------	----	----	----	---

Da -15 a -1 °C	18	16	13	10
----------------	----	----	----	----

Massimo ammissibile abbassamento superficiale di temperatura nelle prime 24 ore dopo la fine della protezione

25	22	17	11
----	----	----	----

#### Resistenza termica (m<sup>2</sup>.°C/W) della coibentazione per manufatti tipo

Spessore minimo, mm	Temp. Minima	Solette	Pile, muri	Pulvini
<300	fino a - 5°C		0,8	
	fino a - 15°C		1,41	
500-1200	fino a - 5°C		0,5	
	fino a - 15°C		0,7	
>1800	fino a -15°C		0,35	

Esempio di chiave di lettura:

muro da 35 cm con  $T$  esterna di - 2°C: occorre mantenere una temperatura del calcestruzzo uguale o superiore a 10°C per tutto il tempo di protezione della struttura affinché sia raggiunta una sufficiente resistenza al gelo.



Si calcola la relativa resistenza termica che verrà ottenuta sulla base delle specifiche resistenze termiche dei materiali di coibentazione usati.

- Il disarmo potrà avvenire non prima che venga raggiunta la resistenza al gelo (6 MPa) e in ogni caso tale da poter consentire la rimozione dei casseri e dei sostegni.

#### **3.4.2.9.2. Getti in clima caldo**

Verrà adottata la seguente procedura:

- Onde limitare la temperatura di 28°C al momento del getto, il produttore di calcestruzzo dovrà attendere alla limitazione delle temperature dei singoli componenti (evitare insolazione diretta degli inerti, temperatura del cemento assai prossima a quella ambientale)
- Impiego di superfluidificanti con effetto di prolungato mantenimento della lavorabilità (v. capitolo relativo), tipo Glenium Sky
- Valutazione della temperatura del calcestruzzo lungo il corso dell'intero getto, in particolare quando esso si protragga a lungo o comunque possano verificarsi prolungati stazionamenti delle autobetoniere prima del getto vero e proprio.
- Causa la perdita di acqua per evaporazione, allo scopo di evitare aggiunte di acqua incontrollate, al momento del getto si procederà alla valutazione del rapporto acqua/cemento mediante la UNI 6393 o preferibilmente la UNI 11201
- Accurata stagionatura umida nei termini descritti al relativo paragrafo.

#### **3.4.2.10. Riprese di getto**

Sono definite riprese di getto le superfici di separazione tra due getti successivi, in cui il getto già eseguito sia indurito al punto tale da non permettere l'entrata di un vibratore in operazione.

La procedura seguirà il seguente iter:

- Le riprese dei getti dovranno essere sempre limitate per quanto possibile; se si rendessero necessarie riprese accidentali, esse dovranno essere eseguite, di regola, in senso pressochè normale alla direzione degli sforzi di compressione, ed escludendo le zone di massimo momento flettente.  
In ogni caso verrà effettuata a monte di getti di grande estensione e/o volume una accurata preliminare valutazione della tipologia complessiva del getto tenendo conto degli aspetti tempistici, strutturali, di durabilità, estetici, in accordo con la D.L.
- Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una nuova superficie opportunamente orientata per la ripresa.
- La riprese di getto orizzontali potranno essere realizzate mediante una delle seguenti tipologie:



1) impiego di acqua ed aria in pressione sulla superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa al fine di mettere a vista l'inerte grosso per consentire una maggiore aderenza con il getto successivo.

In particolare, prima del nuovo getto dovranno essere eliminate sulle superfici orizzontali eventuali depositi o pozze di acqua.

2) applicazione di un additivo ritardante sulla superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa, in grado di ritardarla per tutto il tempo fino al getto successivo e in grado quindi di garantirne la rivibrabilità prima della realizzazione del nuovo getto.

3) irruvidimento della superficie del calcestruzzo già gettato ma ancora in fase di presa mediante per esempio rastrellatura in grado di evidenziare una macrorugosità di almeno 5-8 mm.

L'irruvidimento superficiale sarà eseguito preferibilmente lungo la direzione minore della superficie.

Prima della applicazione del nuovo conglomerato, potrà essere necessario inumidire con acqua la superficie; tale procedura dipenderà in particolare dalle condizioni termo-igrometriche al momento del nuovo getto.

4) applicazione mediante colaggio di malta reoplastica espansiva tipo Emaco Formula Reodinamico M1 o prodotto simile in misura di 10-12 kg/m<sup>2</sup> in grado di ottenere una maggiore adesione con il getto successivo che verrà realizzato fresco-su-fresco sulla malta.

5) in caso di calcestruzzo già indurito si dovrà procedere, prima del getto successivo, a una bocciardatura meccanica e/o manuale della superficie del calcestruzzo già gettato, fino ad ottenere una macrorugosità diffusa ed omogenea di alcuni millimetri.

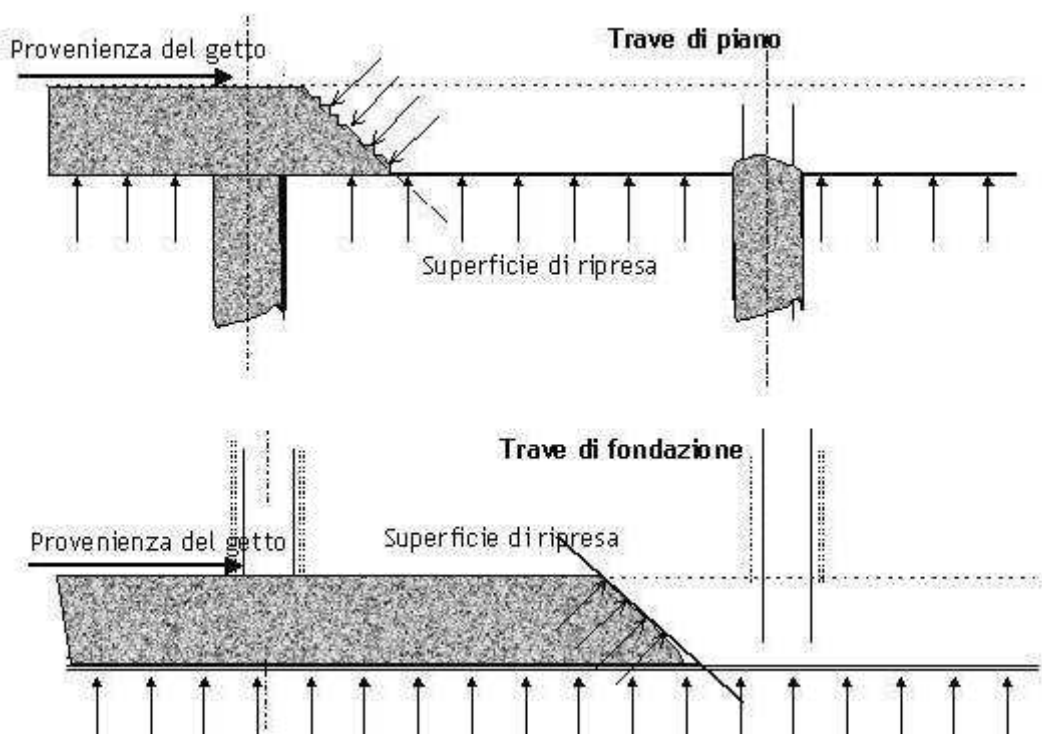
Prima del getto successivo di calcestruzzo la superficie andrà accuratamente pulita con acqua e aria in pressione e saturata a rifiuto con acqua.

6) su piccole superfici si potrà applicare uno strato di resina epossidica quale materiale di incollaggio con il getto successivo.

In tale eventualità occorrerà porre accurata attenzione alle tempistiche esecutive per consentire che la resina sia ancora in grado di ricevere il nuovo calcestruzzo e di ottenere la prevista adesione tra i due getti.

7) in ogni caso si potrà valutare l'opportunità di inserire spezzoni di armatura ulteriori rispetto alle armature presenti.

Relativamente alle riprese di getto in verticale su superfici orizzontali si adotterà il seguente criterio in modo da ottenere la ripresa di getto su piani il più possibile ortogonali alle direzioni dei flussi di compressione ed avere al contempo una maggiore superficie di aderenza:



In ogni caso la decisione della scelta sulla più idonea ripresa di getto sarà concordata con la D.L.

- Le riprese di getto verticali potranno realizzarsi mediante una delle seguenti tipologie:
  - 1) impiego di appropriata armatura tipo Pernervometal ben ancorata alle armature orizzontali in grado di deformarsi alle spinte del getto successivo
  - 2) integrando le armature orizzontali con spezzoni di ferri disposti in particolare nelle zone con una minore concentrazione di ferri stessi (per es. nelle parti centrali).

In ogni caso la decisione della scelta sulla più idonea ripresa di getto sarà concordata con la D.L.



### **3.4.2.11. Giunti strutturali**

Onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni per effetto di escursioni termiche, fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti, nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio, ove prescritto, devono essere realizzate giunti strutturali di discontinuità sia in elevazione che in fondazione ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa tra vecchie e nuove strutture, ecc.).

I giunti strutturali saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo linee rette continue o spezzate.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti strutturali obliqui formanti angolo dietro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.); In tali casi occorre sempre modificare l'angolo dietro acuto in modo da formare con le superfici esterne della opere da giuntare angoli dietro non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

I giunti strutturali, come sopra illustrate, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere relativamente alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il il giunto strutturale sia munito di apposito dispositivo di tenuta o di continuità strutturale, occorrerà che il perfetto definitivo assetto della giunzione sia eseguito unitamente alla fornitura e posa in opera dei predetti dispositivi con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti

### **3.4.2.12. Vibratura del calcestruzzo**

Il calcestruzzo, dopo essere stato posto in opera, dovrà essere costipato alla massima densità possibile mediante vibratori ad immersione o vibratori applicati alle casseforme.

I vibratori applicati alle casseforme saranno limitati a getti di spessore limitato ed ad elementi prefabbricati quali i conci per il rivestimento della galleria principale.

In ogni caso:

- La vibrazione per immersione dovrà essere eseguita immergendo il vibratore verticalmente le cui frequenze saranno comprese tra 90 e 250 Hz

Nella vibrazione per immersione l'esecutore dovrà posse attenzione alla zona di influenza dello strumento che in genere varia, in funzione del diametro, tra 0,20 e 0,60 m.

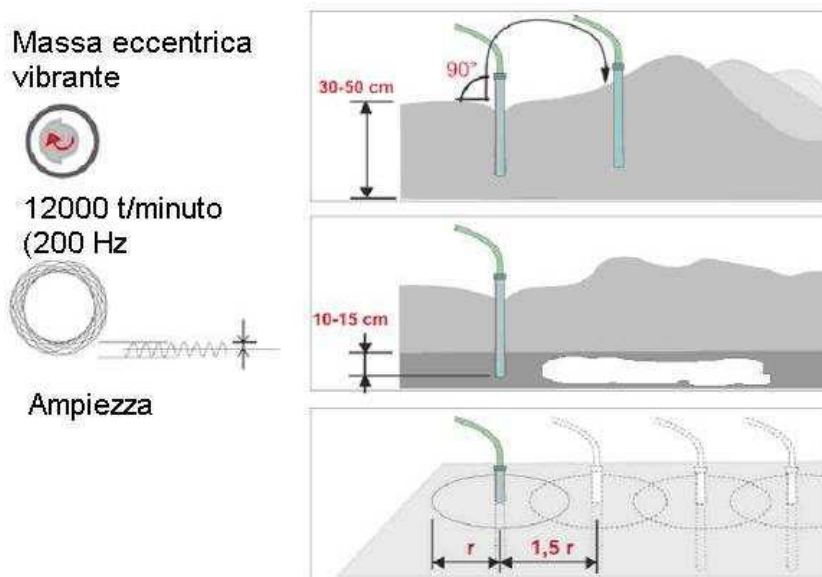
L'esecutore si atterrà a tempi di immersione compresi mediamente, poiché si opera a consistenze S4-S5, tra 5 e 20 sec a seconda delle tipologie di getto

(getti di mass, concentrazione delle armature, ecc.).



L'estrazione del vibratore dovrà essere effettuata gradualmente in modo da richiudere il vuoto da esso lasciato.

La seguente figura riporta la procedura corretta.



- Il vibratore dovrà penetrare in ogni suo punto per almeno 10 cm nella parte superiore dello strato orizzontale di calcestruzzo gettato precedentemente, rivibrandolo.
- I cumuli che si formano inevitabilmente quando il calcestruzzo devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità
- Il calcestruzzo non dovrà essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale allo scopo di evitare fenomeni di segregazione che ne deriverrebbero.

In linea di massima la durata di vibrazione per metro cubo di calcestruzzo sarà compresa tra 2 e 3 minuti allorché eseguita con vibratore ad immersione avente diametro di 60-70 mm.

### 3.4.2.13. Stagionatura e protezione getti

Una volta gettato il calcestruzzo, andrà eseguita accurata stagionatura umida della superfici esposte.

Nella stagione estiva la stagionatura potrà essere eseguita mediante una delle seguenti procedure:

- Per le strutture cassate, mantenendo per un tempo adeguato le strutture entro i casseri.

La durata di tale fase sarà definita in accordo con la D.L. tenendo conto delle resistenze idonee al disarmo ed in particolare per le strutture massive si dovrà porre attenzione affinché non si creino gradienti termici tra le parti interne a



temperatura più elevata e le parti esterne ( $\Delta T_{\text{interno-esterno}} \leq 20^{\circ}\text{C}$ ), che possano portare a fessurazione del conglomerato.

- Bagnatura continua con irrorazione di acqua nebulizzata.

Quando possibile (superfici orizzontali), si potrà procedere a un annegamento con acqua in uno spessore di qualche centimetro tale da ricoprire l'intera superficie.

In ogni caso è assolutamente vietato procedere a una bagnatura, specie nel periodo estivo, con getti di acqua a spot (saltuari).

- Teli di polietilene o fogli di plastica, preferibilmente adagiati in aderenza alla superficie del calcestruzzo; si dovranno evitare accartocciamenti dei teli stessi, che andranno ben ancorati alle estremità.
- Impiego di TNT (tessuto non tessuto), materiale geotessile, teli di juta tenuti inumiditi mediante nebulizzazione di acqua periodica in grado di mantenerne l'umidità per un sufficientemente prolungato tempo prolungato (v. tabella successiva).







I teli in TNT andranno ben fissati per evitare accartocciamenti o sollevamenti in caso di vento.

- Impiego di stagionanti (curing compound) applicati subito dopo la finitura del getto (tipo Mackure C o prodotto simile).

In ogni caso lo stagionante usato dovrà essere conforme alla UNI 8856.

Tale procedura è da evitarsi nel caso di getti massivi (fondazioni, getti in grosso spessore, ecc.) quando sono coinvolti aspetti termici dovuti al calore di idratazione, poiché non si riescono ad evitare le differenze di temperatura tra le varie parti della struttura e tra questi e l'ambiente.

Relativamente al tempo di stagionatura ci si atterrà alla seguente tabella.

TABELLA 1 - INFLUENZA DELLE CONDIZIONI CLIMATICHE E DEI MATERIALI ADOTTATI SULLA DURATA DELLA STAGIONATURA										
	SVILUPPO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	TEMPERATURA DEL CALCESTRUZZO °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
	CONDIZIONI AMBIENTALI DURANTE LA STAGIONATURA	TEMPI ESPRESSI IN GIORNI								
	Non esposto a insolazione diretta, UR dell'aria circostante ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
	Insolazione diretta media o vento di media velocità o UR ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
	Insolazione intensa o vento di forte velocità o UR < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5





dove la distinzione fra sviluppo rapido, medio, lento terrà conto del tipo di cemento e del rapporto a/c.

In ogni caso la scelta del metodo e del tempo di stagionatura saranno definiti in accordo con la D.L., che avrà comunque esclusiva competenza sulle rispettive scelte.

Facente parte la stagionatura del computo economico di appalto, tassativamente l'esecutore non potrà esimersi dall'effettuarla.

Nel periodo freddo dell'anno la stagionatura consisterà nell'evitare il fenomeno della formazione del ghiaccio, specie superficiale, che causerebbe sfogliamenti, distacchi, ecc. del calcestruzzo.

In tale caso la stagionatura sarà eseguita mediante una delle seguenti procedure:

- Per le strutture cassate, mantenendo per un tempo adeguato le strutture entro i casseri.

La scasseratura potrà avvenire quando sia raggiunta con sicurezza (per es. test su cubetti maturati in adiacenza alla struttura stessa) la resistenza di 6MPa contro gli effetti del gelo e tale in ogni caso da consentire di sostenere il manufatto.

- Applicazione di teli di polietilene (anche in più strati), integrati con lastre di polistirolo, lana di roccia, ecc.

In ogni caso la stagionatura in clima freddo si dovrà protrarre per tutto il tempo finché non sarà raggiunta una temperatura nella struttura di almeno 6 MPa.

La valutazione di tale resistenza sarà valutata su provini di calcestruzzo in cubetti di pvc (non di polistirolo) maturati nelle stesse condizioni del calcestruzzo reale (cubetti adiacenti alla stessa struttura).

In ogni caso la scelta e i tempi di stagionatura saranno definiti in accordo con la D.L., che avrà comunque esclusiva prerogativa sulle rispettive scelte.

Relativamente alla stagionatura umida, si sottolinea che, facendo essa parte del computo economico di appalto, eventuali conseguenze che derivassero da una impropria procedura e/o inadempienze applicative saranno soggette a insindacabile giudizio della D.L. e comunque tutti gli oneri necessari ad interventi riparatori sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

#### **3.4.2.14. Disarmo e scasserature**

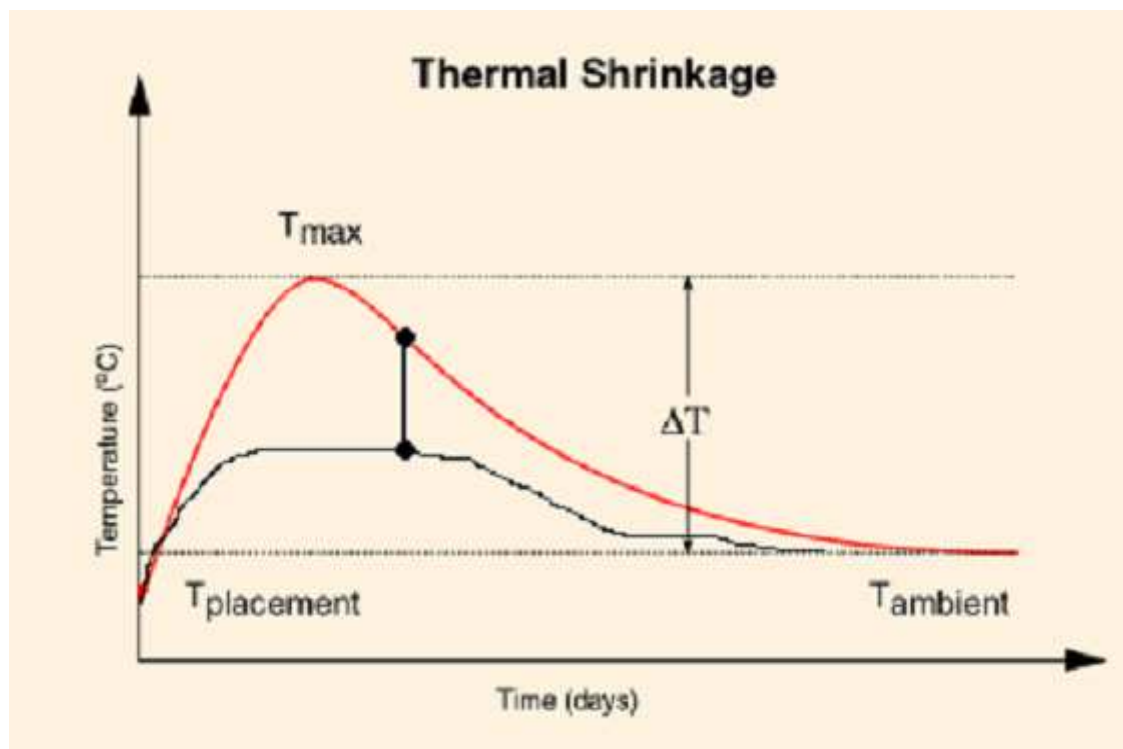
La procedura sarà così articolata:

- Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto la resistenza necessaria in funzione delle sollecitazioni provocate dall'eliminazione della carpenteria sostenente il manufatto.
- Si dovrà evitare il disarmo in corrispondenza del picco termico dovuto all'innalzamento della temperatura per effetto dell'idratazione del cemento.

In particolare si dovrà evitare il disarmo nella prima fase discendente della temperatura quando lo stato di tensione passerà da compressione a trazione, come illustrato nella successiva figura.

Questo aspetto sarà da tenere in specifica considerazione soprattutto in strutture relativamente massicce (per es. grossi muri, ecc.) e/o strutture vincolate (per es. muri su solette).

L'appaltatore dovrà tenere conto delle tempestiche di disarmo descritte per procedere a una attenta valutazione delle altre tempestiche esecutive, tra cui anche quelle che prevedono il recupero giornaliero dei casseri.



- Relativamente alle strutture verticali di grosso spessore i casseri andranno allentati in sommità e tenuti staccati dalla superficie del calcestruzzo di alcuni centimetri per un tempo sufficientemente lungo (2-4 ore) prima della rimozione completa degli stessi.
- Relativamente ai getti massivi si dovrà evitare che allo scassero vi sia un gradiente termico superiore a 20°C tra la superficie e la parte più interna del calcestruzzo.

Alla necessità si farà uso di termocoppie (a spese dell'appaltatore) preventivamente inserite nel getto per valutare correttamente lo sviluppo delle temperature.

- In clima freddo il disarmo dovrà necessariamente essere eseguito non prima di avere raggiunto la resistenza necessaria in funzione delle sollecitazioni provocate dall'eliminazione della carpenteria sostenente il manufatto ed in particolare la resistenza di 6 MPa necessaria per evitare gli effetti del gelo nelle successive 12 -24 ore dallo scassero stesso.
- Ove si presentasse la necessità di disarmare strutture o parti di esse in condizioni diverse da quelle previste dalla sopracitata normativa, l'autorizzazione allo scassero dovrà essere data dalla D. L.



In questo caso l'Appaltatore sarà tenuto a consegnare alla medesima, con opportuno anticipo sulla data prevista per il disarmo, i calcoli di verifica delle strutture in fase transitoria.

- il disarmo delle casseforme dovrà effettuarsi quando il calcestruzzo abbia raggiunto un indurimento sufficiente per evitare danneggiamenti alla struttura. Salvo diverse prescrizioni impartite dal Committente, il disarmo non sarà effettuato prima di:
  - 24 ore per muri di qualsiasi tipo;
  - 36 ore per rivestimenti su volte e piedritti di gallerie, o 24 ore se autorizzato dal Committente;
  - 15 giorni per travi e solette.
- L'operazione di disarmo delle casseforme, il taglio e lo sfilaggio dei tiranti non dovranno provocare danni di qualsiasi genere sulla superficie del getto.

### **3.4.2.15. Criteri di accettazione delle opere**

#### **3.4.2.15.1. Generalità**

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure e delle resistenze richieste; che non siano state dimenticate tutte le predisposizioni di cui sia stato prescritto l'inserimento nei getti e che comportino pertanto necessarie rotture delle strutture per il proseguimento di opere successive e alterino le volute sagome richieste. Tutte le strutture in conglomerato, dovranno essere eseguite con migliori regole d'arte in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali con spigoli vivi o smussati.

In nessun caso saranno ammessi ferri in vista, boiaccature o rappezzi con intonaci; dovrà essere controllato che le facce viste siano state regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempiti i vuoti, profilata perfettamente la superficie, che gli angoli siano vivi e ben tirati; che abbiano uniformità di colore, siano compatte, non presentino nodi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, scarpellature e fresature; perdite di sabbia in superficie, distacchi della pellicola di cemento in superficie, macchie di ruggine di salsedine, di olii, ecc.

Si dovrà accertare inoltre che non siano intervenuti cedimenti, deformazioni, screpolature, od altri difetti emersi a lavori ultimati.

Per la conservazione delle strutture in conglomerato cementizio, semplice od armato, l'Appaltatore dovrà adottare a sue spese tutte le cautele e quelle opere provvisorie che fossero riconosciute necessarie dall'Appaltante.

L'Appaltatore dovrà curare il perfetto collegamento delle strutture in conglomerato cementizio con quelle murarie, con i rivestimenti esterni, con gli elementi prefabbricati, ecc.

Pertanto l'Appaltatore dovrà affogare nei getti le staffe, zanche, piastre e quanto altro possa occorrere per predisporre solidi ancoraggi con gli elementi prefabbricati, con gli eventuali infissi



### 3.4.2.15.2. Tolleranza di posizionamento e dimensionali

Le opere in calcestruzzo dovranno essere eseguite in base alle dimensioni ed al posizionamento indicati sui Disegni Esecutivi e/o Costruttivi e/o dal Committente.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

- Deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10$  mm;
- Deviazione dalla verticale:  $\pm 5$  mm in 3 m con un massimo di  $\pm 15$  mm;
- Deviazione dalla pendenza:  $\pm 5$  mm in 6 m con un massimo di  $\pm 10$  mm.

Le opere o elementi strutturali che presentino rispetto alle dimensioni di progetto differenze maggiori delle tolleranze ammesse, dovranno essere corrette o se necessario demolite e ricostruite, a giudizio del Committente.

## 3.4.3. ASPETTO SUPERFICIALE CALCESTRUZZI

### 3.4.3.1. Generalità

La casseratura, il getto, la vibrazione e le finiture dovranno essere eseguiti in modo tale che le superfici dei calcestruzzi risultino il più possibile lisce, uniformi e regolari.

A tal proposito si elencano nel seguito alcuni criteri di classificazione.

Le superfici non casserate dovranno essere finite a semplice staggia, a frattazzo lungo o a lisciatura con frattazzo metallico e/o cazzuola.

Per le superfici casserate i gradi di finitura sono i seguenti:

- Grado F-1: si applicherà alle superfici che saranno ricoperte con rinterri oppure ove è previsto il rivestimento successivo con contropareti, laterizi o altri materiali; le irregolarità superficiali brusche e graduali non dovranno superare i 15 mm.
- Grado F-2: si applicherà alle superfici che saranno destinate ad essere esposte alla vista, ma senza funzione idraulica; le irregolarità superficiali non dovranno superare 3 mm se brusche e 8 mm se graduali.
- Grado F-3: si applicherà alle superfici destinate ad avere una funzione idraulica ed alle strutture a faccia vista; le irregolarità superficiali non dovranno superare 1 mm se brusche e 3 mm se graduali e quelle superficiali continue saranno rilevate con righello di 1.50 m.
- Grado F-4: si applicherà alle superfici dei conci prefabbricati e non sono ammesse irregolarità superficiali sia brusche che graduali.

Pertanto le superfici in vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere uniforme colore proprio del cemento solido, non sono consentiti schiarimenti dovuti alla separazione della calce, screziature, corpi estranei o affioramenti dei ferri sia d'armatura del c.a. che di sostegno dei casseri, ecc...;



- essere compatte, quindi non sono consentiti nidi di ghiaia o di sabbia, pori di aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scalpellature e fresature, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili; corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili;
- se non diversamente disposto, le superfici in vista dovranno essere trattate con prodotti idrorepellenti.

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, saranno regolarizzate le facce viste in modo da togliere gli eventuali risalti e sbavature, da riempire i vuoti riempite cavità senza alterazione dei colori di facciate a vista, da profilare perfettamente la superficie in vista delle strutture con angoli vivi e ben tirati.

I tiranti di ancoraggio delle casseforme dovranno essere tali che possano essere tagliati ad almeno 10 mm dalla superficie senza che si creino sbeccature al calcestruzzo. Il foro necessario al taglio sarà sigillato con malta di cemento. I tiranti di ancoraggio delle casseforme per tutte le superfici con funzione idraulica devono essere dei tipo a tenuta stagna.

Quando, a giudizio del Committente, si riscontrassero difetti non rettificabili con normali procedimenti l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione mediante smerigliatura o ricostruendo parte della struttura difettosa.

### **3.4.3.2. Calcestruzzi a faccia vista**

Il calcestruzzo deve corrispondere alle specifiche del progetto strutturale e deve essere idoneo ad esposizione in ambiente ciclicamente secco e bagnato.

La finitura superficiale dei getti in calcestruzzo sarà a faccia a vista non dovrà presentare nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie, scolorimenti, fessure che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità e sia dell'aspetto estetico dell'opera.

Tutte le murature in calcestruzzo dovranno avere la stessa finitura superficiale, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lenta ed uniforme. Il calcestruzzo dovrà avere un aspetto consistente, uniforme, opaco e con leggera colorazione, si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo.

Si dovrà evitare che siano prodotte sulla superficie finita scalfiture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa, prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con provvedimenti preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.



Sulla medesima superficie i giunti di ripresa laterali o verticali dovranno essere del tutto invisibili e posti in perfetta corrispondenza con il disegno modulare di progetto; al fine di evitare gli inconvenienti estetici dovuti a riprese di getto in corrispondenza di solette orizzontali od inclinate potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., idonei sistemi di collegamento fra le armature costituiti da staffe inserite in cassette metalliche tipo Halfen HBT od equivalenti.

Per l'esecuzione dei getti in calcestruzzo a faccia a vista, l'Appaltatore dovrà rispettare le seguenti particolari prescrizioni:

- cemento: non saranno ammessi cambiamenti di tipo e provenienza del cemento nel corso dei lavori di costruzione e il dosaggio minimo dovrà essere pari a 300 daN/m<sup>3</sup> (con dimensione massima nominale dell'inerte di mm. 30);
- inerti: si dovrà verificare che gli inerti, in proporzioni controllate, siano costantemente scevri da impurità come piriti, carbone, ossidi di ferro, ecc., che potrebbero macchiare la superficie dei getti;
- additivi: ne è consentito l'uso secondo le disposizioni della D. L.;
- sigillanti: se ne vieta espressamente l'uso;
- distanziatori dei casseri: devono essere realizzati in plastica o legno e devono risultare quanto più possibile mimetizzati nella facciata finita;
- tiranti dei casseri: devono presentare vani terminali realizzati con appositi tasselli in plastica e saranno tagliati al fondo del cassero medesimo in modo da consentire il ricoprimento con malta di cemento all'acetato di polivinile.

#### **3.4.3.3. Effetto ghiaietto lavato con lacche ritardanti**

Dove richiesto il calcestruzzo dovrà avere un aspetto con effetto a ghiaietto lavato.

Tale effetto è ottenibile mediante l'utilizzo di particolari lacche ritardanti a base di solventi.

La lacca, applicata sui casseri, ritarda la maturazione della parte superficiale del calcestruzzo. In questo modo, una volta disarmato l'elemento e lavato con idropulitrice, verrà messa in evidenza la granulometria del calcestruzzo gettato.



### **3.4.4. CASSEFORME**

#### **3.4.4.1. Generalità**

Le casseforme, di qualsiasi tipo, dovranno avere in ogni caso dimensioni e spessori tali da garantire la perfetta rispondenza dei getti alle dimensioni, forme tolleranze e grado di finitura del progetto.

Tutte le opere provvisorie occorrenti per la esecuzione dei lavori, quali ponteggi, impalcature, centinature, puntellature e casserature dovranno essere dimensionate in modo tale da sopportare il peso totale di casseforme, armatura, cls e i carichi di lavoro, compresi gli effetti dinamici della posa e della compattazione del cls e del traffico di personale e mezzi d'opera; esse dovranno essere dotate inoltre di una resistenza sufficiente ad evitare deformazioni in fase di getto e maturazione del calcestruzzo.

Inoltre dovranno essere costruite in modo che al momento del primo disarmo, rimanendo in sito i necessari puntelli, le sponde dei casseri e le altre parti non essenziali alla stabilità possano essere rimosse senza pericolo di danneggiare l'opera.

Qualora i casseri e le armature che si vogliono adottare non rientrino nelle disposizioni correnti e confermate dall'uso, dovranno essere oggetto di disegni integrativi al progetto esecutivo, redatti a cura dell'Impresa esecutrice.

Le casseforme per i getti all'aperto potranno essere di legname, di legno lamellare, di fibroresina o di metallo.

Le casseforme per i getti in opera in sotterraneo saranno prevalentemente metalliche, ad eccezione per tratti particolari (curve, allarghi, camere e simili) ove è ammesso l'impiego di legname piallato o materiale equivalente.

Per il getto del rivestimento interno di pozzi potranno essere adottate casseforme metalliche rampanti munite di sistema di sollevamento idraulico.

Potranno essere previsti casseri in lamiera grecata o su particolare disegno dove indicati da progetto.

#### **3.4.4.2. Casseforme in legno**

I casseri potranno essere formati con tavole o con pannelli di legno di cui al punto 4 della norma UNI EN 313-1.

Il legname dovrà essere sufficientemente stagionato in modo che non si verifichino ritiri tali da creare fessure fra i vari elementi componenti le casseforme.

##### Tavole

Dovranno avere spessore non inferiore a 25 mm, di larghezza standard esenti da nodi o tarlature ed avendo cura che la direzione delle fibre non si scosti dalla direzione longitudinale della tavola.





L'assemblaggio delle tavole verrà eseguito con giunti, tra l'una e l'altra, di 1/3mm (per la dilatazione) dai quali non dovrà fuoriuscire l'impasto; si dovranno prevedere (per evitare la rottura degli spigoli) listelli a sezione triangolare disposti opportunamente all'interno dei casseri.

Il numero dei reimpieghi previsto è di 4 o 5.

#### Pannelli

Dovranno avere spessore non inferiore ai 12 mm, con le fibre degli strati esterni disposte nella direzione portante, con adeguata resistenza agli urti, all'abrasione.

Il numero dei reimpieghi da prevedere è di 20 ca.

#### Stoccaggio

Il legname dovrà essere sistemato in cataste su appoggi con altezza dal terreno tale da consentire una sufficiente aerazione senza introdurre deformazioni dovute alle distanze degli appoggi. Le cataste andranno collocate in luoghi al riparo dagli agenti atmosferici e protette con teli impermeabili; la pulizia del legname (estrazione chiodi, raschiamento dei residui di malta, etc.) dovrà avvenire immediatamente dopo il disarmo e, comunque, prima dell'accatastamento o del successivo impiego.

### **3.4.4.3. Casseforme in plastica**

Verranno usate per ottenere superfici particolarmente lisce, non dovranno essere usate per getti all'aperto; dovrà essere posta estrema attenzione alla preparazione delle superfici interne dei casseri evitando eccessiva durezza e levigatura delle stesse (per impedire la formazione di ragnatele e simili dovute all'effetto della vibrazione dell'impasto).

Il materiale di sigillatura dei giunti dovrà essere compatibile con quello dei casseri; il numero dei reimpieghi da prevedere è 50/60.

### **3.4.4.4. Casseforme metalliche**

Nel caso di casseri realizzati con metalli leggeri (alluminio o magnesio) si dovranno impiegare delle leghe idonee ad evitare la corrosione dovuta al calcestruzzo umido; particolare attenzione sarà posta alla possibile formazione di coppie galvaniche derivanti dal contatto con metalli differenti in presenza di calcestruzzo fresco.

Nel caso di casseri realizzati in lamiera d'acciaio piane o sagomate, dovranno essere usati opportuni irrigidimenti, e diversi trattamenti della superficie interna (lamiera levigata, sabbiata o grezza di laminazione) con il seguente numero di reimpieghi:

- |   |    |
|---|----|
| • lamiera levigata                      | 2  |
| • lamiera sabbiata                      | 10 |
| • lamiera grezza di laminazione oltre i | 10 |

Queste casseforme potranno essere costituite da pannelli assemblati o da impianti fissi specificamente per le opere da eseguire (tavoli ribaltabili, batterie, etc.), i criteri di scelta saranno legati al numero dei reimpieghi previsto, alla tenuta dei giunti, alle





tolleranze, alle deformazioni, alla facilità di assemblaggio ed agli standards di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.

La superficie, per facilitare il distacco dovrà essere convenientemente trattata mediante i più appropriati prodotti.

#### **3.4.4.5. Distanziatori**

Come distanziatori per i casseri, si useranno tubi stellari in PVC, con coni d'appoggio dello stesso materiale che saranno poi sigillati mediante malta cementizia anti-ritiro, oppure saranno utilizzati altri sistemi da sottoporre preliminarmente all'approvazione della D.L.

#### **3.4.4.6. Disarmante**

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme potrà essere convenientemente trattata con prodotti opportuni, i quali non dovranno condizionare la riuscita del getto.

In particolare questi prodotti non dovranno combinarsi con gli impasti e pregiudicarne la presa; resistere ad elevate sollecitazioni di spinta; consentire il facile distacco dei casseri lasciando le superfici uniformi e gli spigoli perfetti; non dovranno lasciare macchie sulla superficie delle strutture finite e non dovranno essere incompatibili con eventuali successive finiture (es. intonaci o verniciature) cui tali superfici siano destinate. Saranno comunque impiegati secondo le prescrizioni e modalità indicate dalla ditta fabbricante.

I disarmanti saranno costituiti da oli puri con aggiunta di attivanti superficiali per ridurre la tensione superficiale, o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti; è vietato l'utilizzo di olii esausti o di ogni altro materiale non espressamente prodotto allo scopo.

#### **3.4.4.7. Esecuzione tipica**

##### Casserature in genere

Le casseforme prima dell'impiego dovranno essere accuratamente pulite dalla polvere o qualsiasi altro materiale estraneo ed eventualmente trattate con idonee sostanze per facilitarne il disarmo, mediante getti d'aria, acqua o vapore.

Dovranno inoltre essere adottate tutte le precauzioni necessarie affinché non venga impedito il ritiro del conglomerato provocandone la fessurazione prima del disarmo.

Il Direttore dei Lavori potrà ordinare l'adozione degli opportuni accorgimenti per realizzare lo smusso degli spigoli delle travi e dei pilastri, senza che per questo l'Appaltatore possa pretendere speciali compensi; tutti gli spigoli vivi in calcestruzzo dovranno essere evitati mediante smussi di 15 per 15 mm, salvo quando diversamente specificato.

Nelle zone dei casseri in cui si prevede, dato il loro particolare posizionamento o conformazione, la formazione di bolle d'aria, si dovranno prevedere fori o dispositivo tali da permetterne la fuoriuscita.



Particolare attenzione dovrà essere posta nel parallelismo, perpendicolarità e nel perfetto accostamento dei casseri onde conseguire una superficie a tenuta che non consenta la perdita di boiaccia o acqua del calcestruzzo affinché il costipamento per vibrazioni non provochi la perdita di una quantità apprezzabile di cemento o perdita dei componenti fini del calcestruzzo.

Tutte le legature o gli elementi di fissaggio ed allineamento che attraversano da parte a parte le opere destinate a contenere liquidi, dovranno essere tali da non compromettere, in ogni tempo, la tenuta idraulica dei manufatti.

In fase di montaggio delle casseforme si dovranno inserire piastre o inserti speciali previsti in progetto o prevedere cassette per riceverli, fori, tracce ed eventuali altri dispositivi. Nessun altro elemento metallico dovrà distare dalla faccia della superficie meno di quanto specificato per i ferri principali di armatura.

In particolare per le casseforme in legno l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- alternare fra di loro, in uno stesso getto, tavole nuove e tavole precedentemente utilizzate, tenuto conto del diverso grado di assorbimento;
- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere e stuccare le teste dei chiodi di assemblaggio delle tavole affinché non vengano a contatto col calcestruzzo in fase di getto.

Prima del getto verranno eseguiti, sulle casseforme predisposte, controlli della stabilità, delle dimensioni, della stesura del disarmante, della posa delle armature e degli inserti" controlli più accurati andranno eseguiti, sempre prima del getto, per la verifica dei puntelli (che non dovranno mai poggiare su terreno gelato), per l'esecuzione dei giunti, dei fissaggi e delle connessioni dei casseri.

#### Casseri con elementi di lunghezza maggiore di 6 metri

Per elementi portanti di lunghezza libera superiore a 6 metri i casseri dovranno essere disposti in modo che la trave presenti una monta dell'ordine di un cinquecentesimo della luce; sotto i casseri e sotto i puntelli dovranno essere disposti opportuni cunei di disarmo.

Quando le membrature di grande estensione vengano realizzate in un'unica soluzione dovranno essere previste nelle pareti laterali dei casseri delle aperture di controllo (finestre) le cui dimensioni consentano di assestare e vibrare gli strati inferiori. Queste aperture, il cui intervallo tanto verticalmente che orizzontalmente non dovrà superare la lunghezza di un metro, verranno chiuse solo dopo che il getto abbia raggiunto il livello corrispondente.



### Casseri per getti inclinati

I casseri inclinati sui quali dovrà essere gettato il calcestruzzo dovranno risultare solidi e stabili più di quanto sia necessario per i getti in piano.

Per getti su superfici con inclinazione sull'orizzontale maggiore di 30 gradi deve essere previsto il controcassero (oppure una rete sufficiente a tenere in forma il calcestruzzo).

## **3.4.5. LAVORAZIONE E POSA ARMATURE IN ACCIAIO PER C.A.**

### **3.4.5.1. Generalità**

L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni Esecutivi e/o Costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.

Sui disegni costruttivi delle armature si presenteranno le liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.

L'acciaio sarà del tipo ad aderenza migliorata conforme a quanto già prescritto.

L'acciaio sarà lavorato e posto in opera in accordo ai disegni Esecutivi e/o Costruttivi che dovranno essere forniti al Committente per approvazione.

Sui disegni costruttivi delle armature si presenteranno le liste dei ferri riportanti sagomature, posizionamento, diametro, lunghezza, piegature, peso unitario, peso totale, ecc.

L'acciaio sarà del tipo ad aderenza migliorata conforme a quanto stabilito dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008)

### **3.4.5.2. Tondini**

Dovranno essere conformi a quanto stabilito dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008)

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

Le barre dovranno essere fissate nella loro posizione finale e legate strettamente con fili di ferro tra loro in modo da formare una gabbia rigida.

Le barre dovranno essere prive di scaglie di ruggine e da residui di pitture, olii, incrostazioni ed altri materiali che ne possono pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.

La saldatura delle barre non è ammessa.

La distanza fra le cassaforme e l'armatura sarà realizzata mediante appositi distanziatori di cemento, materiale plastico o materiali equivalenti non ferrosi.

Lo spessore di ricoprimento dei ferri dovrà essere sempre indicato chiaramente sui disegni Esecutivi e Costruttivi.



### **3.4.5.3. Fibre in acciaio**

Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile in acqua.

La quantità minima di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato non dovrà essere inferiore a 30 kg per m<sup>3</sup> di impasto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato, avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione nell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

### **3.4.5.4. Rete e tralicci elettrosaldati**

Dovranno essere conformi a quanto stabilito dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008)

Saranno soggetti alle stesse prove previste per le barre ordinarie con in aggiunta la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura nel nodo.

Saranno accettati di regola ad aderenza migliorata e di produzione qualificata.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il materiale sarà conforme alle prescrizioni già riportate
- la rete sarà costituita da fili di acciaio ad alta resistenza (tipo UNI EU 60-80) trafilati a freddo, con resistenza alla trazione di 60 Kg/mm<sup>2</sup> ed allungamento 8%;
- lo spessore dei singoli fili e la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, saranno corrispondenti ai valori indicati sui disegni di progetto;
- i punti di incrocio delle singole maglie dovranno essere saldati mediante saldatura elettrica;
- la saldatura dovrà avvenire in modo che si stabilisca una continua struttura dei due fili; la penetrazione di un filo nell'altro dovrà essere compresa tra un quarto ed un mezzo del diametro dei fili;
- per la prova della rete, si preleveranno delle barrette ognuna delle quali dovrà contenere almeno un punto di incrocio saldato;
- saranno ammessi scarti, nel diametro dei fili, dell'ordine del  $\pm 3\%$  rispetto alla sezione nominale;
- nelle dimensioni delle maglie saranno tollerati scarti non superiori al  $\pm 5\%$  rispetto alle dimensioni prescritte.

La rete elettrosaldata sarà impiegata per il rinforzo dello spritz-beton, del calcestruzzo gettato in opera e del calcestruzzo prefabbricato.

La rete posata per lo spritz-beton sarà fissata mediante piccole barre opportunamente spaziate e la distanza tra la superficie del terreno e le rete sarà in genere pari a 1/3 dello spessore del calcestruzzo spruzzato; il posizionamento della rete per il



calcestruzzo gettato sarà ottenuto mediante opportuni distanziatori o cavallotti sagomati e dovrà essere indicato sui disegni Esecutivi e Costruttivi.

La rete prima della posa dovrà essere priva di ruggine intensa, di vernici, olii, incrostazioni ed altri materiali che ne possono pregiudicare l'aderenza al calcestruzzo.

Ove necessario, i pannelli di rete saranno tagliati per adeguarli alle reali dimensioni delle strutture. Le sovrapposizioni dei pannelli saranno in genere pari a due maglie, ma comunque mai inferiori a una maglia e legate con un giro di filo di ferro ogni 25 cm circa.

#### **3.4.5.5. Rivestimento anticorrosione barre armatura**

Dalle barre la ruggine sarà preventivamente asportata mediante sabbiatura o spazzolatura.

Verrà applicato a pennello il protettivo anticorrosione tipo Masterseal 300 I o prodotto simile fino a totale ricoprimento delle barre stesse (ca 2mm di spessore).

Per la metodologia di preparazione attenersi alle schede tecniche del prodotto usato.

In ogni caso il rivestimento anticorrosione non verrà applicato a temperature inferiori a 5°C.

#### **3.4.5.6. Ancoraggio barre di ripresa**

Verranno effettuati fori nel calcestruzzo esistente aventi diametro tale da consentire il riempimento di almeno un centimetro tutto attorno alla barra (quindi con diametro = diametro barra + 2 cm).

I fori saranno saturati d'acqua a rifiuto prima dell'inserimento della boiacca di ancoraggio, che sarà costituita da cemento reoplastico espansivo tipo Macflow o prodotto simile avente comunque le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione contrastata secondo UNI 8147 a 24 ore : >0,03%
- fluidità al cono di Masch modificato: iniziale 15 -25 sec  
30 min 25-35 sce
- bleeding secondo UNI 8998: assente
- resistenza a compressione: 1 g >20 MPa  
7 gg >55 MPa  
28 gg >65 MPa
- resistenza a trazione per flessione: 1 g >4 MPa  
7 gg >7 MPa  
28 gg >8,5 MPa
- resistenza allo sfilamento delle barre d'acciaio secondo RILEM-CEB-FIP RC6-78: 7 gg >15 MPa



- il produttore dovrà essere in conformità alle UNI ISO 9001:2008

### 3.4.5.7. *Malte da inghisaggio*

Gli inghisaggi fino a spessori di 5 cm verranno realizzati mediante colaggio di malta reoplastica a ritiro compensato tipo Emaco S55 o prodotto similare avente le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione secondo UNI 8147: >0,03% a 1 giorno
- espansione in fase plastica secondo UNI 8996: >0,3%
- adesione al calcestruzzo secondo UNI EN 12615:  $\geq 6$  MPa
- resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio secondo RILEM-CEB\_FIP RC6-78:  $\geq 30$  Mpa
- impermeabilità all'acqua secondo UNI EN 12390/8: penetrazione <5 mm
- resistenza a compressione secondo UNI EN 12190:
  - 1 g >35 MPa
  - 7 gg >65 MPa
  - 28 gg >75 MPa
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 196/1:
  - 1 g >6 MPa
  - 7 gg >8 MPa
  - 28 gg > 9 Mpa

Gli inghisaggi fino a spessori tra 5 e 10 cm cm verranno realizzati mediante colaggio di malta reoplastica a ritiro compensato Emaco S33 o prodotto similare avente le seguenti tassative caratteristiche:

- espansione secondo UNI 8147: >0,03% a 1 giorno
- espansione in fase plastica secondo UNI 8996: >0,3%
- adesione al calcestruzzo secondo UNI EN 12615:  $\geq 6$  MPa
- resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio secondo RILEM-CEB\_FIP RC6-78:  $\geq 30$  Mpa
- impermeabilità all'acqua secondo UNI EN 12390/8: penetrazione <5 mm
- resistenza a compressione secondo UNI EN 12190:
  - 1 g >35 MPa
  - 7 gg >65 MPa
  - 28 gg >75 MPa
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI EN 196/1:
  - 1 g >6 MPa
  - 7 gg >8 MPa
  - 28 gg > 9 Mpa



- il produttore sarà in conformità alle UNI EN ISO 9001:2008

La preparazione e la messa in opera del prodotto utilizzato saranno conformi a quanto esposto sulla scheda tecnica.

### **3.5. MANUFATTI IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATI IN C.A E C.A.P.**

Ai sensi del DM14.01.2008 gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo industrializzato che si avvale di idonei impianti, nonché di strutture e tecniche opportunamente organizzate.

In particolare, deve essere presente ed operante un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del calcestruzzo, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

A tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A oppure C del § 11.1. del DM14.01.2008.

L'etichetta con il simbolo di marcatura CE, nella versione semplificata deve riportare almeno le seguenti informazioni:

- marcatura di conformità CE, consistente nel simbolo «CE»
- numero di identificazione dell' Organismo di certificazione
- nome o marchio identificativo e indirizzo del produttore
- ultime due cifre dell'anno in cui è stata applicata la marcatura
- numero del certificato di conformità dell'FPC. Spesso tale numero è associato al precedente
- norma a cui il prodotto è conforme (Es. UNI EN 13747:2010 per i solai in predalles, UNI EN 15050:2007 per predalles da ponte, UNI EN 13225:2005 per elementi strutturali lineari prefabbricati, UNI EN 15050:2007 Elementi da ponte)

Per i prodotti marcati CE si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del



DM14.01.2008, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Per tutti gli elementi prefabbricati ai quali non sia applicabile quanto specificato al punto A oppure al punto C del § 11.1, valgono le disposizioni di seguito riportate.

### **3.5.1. ELABORATI FORNITI A CURA DEL PREFABBRICATORE**

#### **3.5.1.1. Produzione su richiesta**

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5/11/1971 n° 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

Il produttore di elementi prefabbricati dovrà fornire al committente la relazione e gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati da un tecnico a ciò abilitato (il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista) e dal responsabile della produzione (il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il Direttore dei Lavori), secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- destinazione del prodotto;
- requisiti fisici rilevanti in relazione alla destinazione;
- restazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- modalità di trasporto e montaggio;
- prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o - mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti;
- tolleranze dimensionali;
- estratto del registro di produzione nel caso di serie controllata.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- le prescrizioni relative al carico sui mezzi di trasporto, alle modalità di sollevamento e agli eventuali presidi provvisori (puntelli, rompitratta, controventi) da disporre durante il montaggio;





- se la sezione di manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo, e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono;
- l'eventuale necessità (in relazione all'impiego) di applicare sulle superfici intonaci o rivestimenti protettivi contro il fuoco.

L'Impresa appaltatrice delle opere prefabbricate dovrà operare in qualità in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 ed essere certificata da un organismo terzo indipendente; dovrà rispettare tutte le prescrizioni e i controlli interni che derivano dall'essere certificata.

Eventuali progetti esecutivi redatti dall'Impresa appaltatrice delle opere prefabbricate dovranno essere sottoposti a controllo di accettazione da parte della committenza e comunque dovranno avere il medesimo livello prestazionale del progetto allegato al contratto.

### **3.5.1.2. Produzione in serie**

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico responsabile della produzione, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il Direttore dei Lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore (il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore) e dal tecnico responsabile della produzione. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5/11/1971 n° 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5/11/1971 n° 1086.

### **3.5.2. ESECUZIONE DELLE OPERE**



La D. L. potrà effettuare visite presso lo stabilimento, al fine di controllare la rispondenza degli elementi prodotti alle prescrizioni del presente capitolato.

La Ditta se richiesto dalla D.L. sarà tenuta ad effettuare anche presso lo stabilimento tutte le misurazioni che saranno ritenute necessarie per controllare la geometria dei manufatti.

Gli elementi prefabbricati verranno realizzati in ambienti al coperto al riparo dagli agenti atmosferici, nel rispetto della normativa vigente .

Nella produzione in stabilimento o a pie' d'opera dei manufatti, si dovra' avere cura affinché:

- nelle operazioni di compattazione dei getti (previbrazione, vibrazione, centrifugazione, scuotimento o altro), si raggiunga un addensamento adeguato del calcestruzzo senza arrivare a fenomeni di separazione degli inerti dalla pasta di cemento;
- in caso di maturazione naturale dei manufatti si raggiunga la resistenza prevista anche in condizioni di temperatura, umidità e ventilazione estreme, e cioè spiccatamente "estive" e "invernali";
- in caso di stagionatura artificiale il ciclo di stagionatura sia il più idoneo al raggiungimento delle caratteristiche strutturali richieste e all'ottenimento di manufatti privi di cavillature, lesioni o comunque effetti pregiudizievoli per l'aderenza dell'armatura;
- i casseri impiegati per i getti presentino la superficie priva di irregolarità, siano costruiti in modo tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e siano dotati dei necessari accorgimenti (smussi, sfiami, ecc.) atti a consentire la rapida fuoriuscita dell'aria e quindi un perfetto riempimento;
- durante le operazioni di movimento dei casseri non vengano alterate le caratteristiche fisico-meccaniche dell'elemento prefabbricato;
- l'operazione di sformatura avvenga solo quando il calcestruzzo abbia raggiunto caratteristiche di resistenza sufficienti a fronteggiare le sollecitazioni di sformo senza fessurazioni e deformazioni pregiudizievoli o comunque danneggiamenti conseguenti alle operazioni di scasseratura.

Ogni elemento deve essere munito di opportuni dispositivi per il trasporto ed il sollevamento e per gli presidi antiinfortunistici conformemente a schemi e criteri prescritti dalla Ditta costruttrice.

Tali dispositivi devono essere in grado di sopportare, senza che si producano lesioni nella struttura, il peso proprio dell'elemento da sollevare, le azioni dinamiche e gli sforzi derivanti dalla aderenza dell'elemento sui casseri e sulle piste.

La superficie delle armature aderenti deve distare dalla superficie libera del calcestruzzo di una misura minima uguale ad almeno 1,2 volte il diametro massimo dell'inerte.

Gli elementi prefabbricati, sia precompressi sia ad armatura ordinaria, quali travi, pilastri, solai autoportanti e lastre di solaio, parapetti, pannelli in genere, cornici ed altri eventuali, dovranno presentarsi privi di disallineamenti apprezzabili rispetto al loro asse e di scostamenti sensibili rispetto al piano dell'elemento.



### **3.5.2.1. Trasporto**

L'elemento dovrà posare sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.

Dovranno essere prese in considerazione le forze dovute oltre che al peso proprio anche alle azioni dinamiche di varia natura (es. vibrazioni di marcia, forze inerziali di armatura e di curvatura, ecc.) integrando, se necessario, la resistenza dei prefabbricati con vincoli ausiliari od elementi provvisori di irrigidimento predisposti sul mezzo di trasporto.

Non può essere effettuato il trasporto finché la stagionatura del manufatto non assicuri il raggiungimento delle caratteristiche di resistenza richieste in relazione alla modalità del trasporto stesso.

### **3.5.2.2. Stoccaggio**

La permanenza in stoccaggio dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo all'impiego. Per ogni ricetta di calcestruzzo e relativo ciclo tecnologico verrà quindi definito un diagramma tempi/resistenza/deformazione.

I manufatti andranno depositati di preferenza in situazione isostatica evitando la possibilità del verificarsi di sollecitazioni parassite dovute a flessioni da peso proprio o da maturazione e ritiro differenziale ed, in particolare modo, tutte le azioni che possano dar luogo a deformazioni permanenti.

I sostegni dovranno garantire la stabilità degli elementi senza ricorrere a mutuo contrasto tra gli stessi.

Dovranno pure essere tenute sotto controllo le condizioni termoigrometriche ambientali.

I manufatti dovranno essere contrassegnati in modo stabile e duraturo, per lo meno fino al momento dell'eventuale getto di completamento, con la sigla di progetto, la data di fabbricazione ed il peso (quest'ultimo se al di sopra di 8 kN).

### **3.5.2.3. Montaggio**

L'Impresa, e per essa il costruttore, ad ogni effetto di legge ed in forma esclusiva, hanno la piena incondizionata responsabilità del montaggio della struttura.

Le squadre di montatori saranno formate da personale addestrato e qualificato.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di appoggio dell'elemento prefabbricato, dovranno avere possibilità di regolazione della velocità di posa in modo che, tenute presenti le caratteristiche del



piano di appoggio e quelle dell'elemento prefabbricato stesso, possano venire considerate influenti e trascurabili le forze dinamiche d'urto.

L'insieme composto da: apparecchio di sollevamento, tirante e apparecchio di sospensione, dovrà essere studiato e predisposto per ottenere in ogni fase il rispetto degli schemi progettuali redatti.

Gli elementi verranno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

Il singolo elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che ne sia stata assicurata la sua stabilità autonoma di fronte alle azioni dovute al suo peso proprio, al vento, ad urti accidentali, a successive operazioni di montaggio, alle azioni orizzontali, sia quelle convenzionali specificate al punto 2.7 del D.M. 3 dicembre 1987, sia quelle dovute a sollecitazioni esterne di progetto (vento, sisma, ecc.).

Le travi saranno posate su mensole e le lastre di solaio verranno posate sulle travi mediante interposizione di cuscinetti d'appoggio o in neoprene o materiale similare.

Le lastre di solaio verranno generalmente accostate l'uno all'altro al fine di realizzare superfici continue e per consentire, ove necessario, la realizzazione di getti integrativi di conglomerato.

Dovrà essere previsto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme e inoltre, se ritenuto dalla D.L. necessario, l'Impresa dovrà effettuare tutte quelle verifiche statiche e di stabilità locali e globali necessarie a garantire un sufficiente grado di sicurezza di ogni elemento e dell'insieme in ogni fase del montaggio stesso.

#### **3.5.2.4. Unioni**

La realizzazione delle unioni dovrà rispettare fedelmente il progetto, che dovrà a sua volta dettagliarne le modalità di esecuzione.

Nelle unioni effettuate con getto di sutura, si porrà particolare attenzione alla qualità del calcestruzzo (problemi legati a piccoli volumi di getto, scelta di idonea granulometria degli inerti e degli opportuni additivi, ecc.) ed ai relativi tempi di maturazione.

L'Impresa dovrà realizzare impermeabilizzazioni, e finiture in genere che siano comunque in grado di tollerare le deformazioni elastiche indotte dai giunti della struttura e degli elementi prefabbricati.

#### **3.5.3. CRITERI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE**



### **3.5.3.1. Esecuzione**

Le opere eseguite si intenderanno accettate solo se rispondenti a quanto prescritto al punto relativo ai materiali da utilizzare e alle modalità di esecuzione delle opere nonché alle prescrizioni contenute nelle tavole progettuali.

Dovrà essere verificata la rispondenza delle opere eseguite a quanto prescritto nei disegni e nelle istruzioni di progetto e di montaggio, specialmente nei riguardi dell'accuratezza della posa degli elementi prefabbricati e del rispetto delle tolleranze e della disposizione delle armature e dei sistemi di appoggio e giunzione.

Gli spigoli dovranno essere smussati e la superficie dovrà presentarsi senza lesioni di sorta.

Gli elementi che dovessero presentare cavillature, anche minime, saranno scartati e dovranno essere sostituiti a totale carico dell'Impresa. Solamente in casi particolari, ed a proprio insindacabile giudizio, la D. L. potrà esaminare la possibilità di effettuare interventi di ripristino, che saranno comunque a totale carico dell'Impresa.

I giunti a vista fra elementi prefabbricati accostati, ad esempio lastre di solaio o travi da impalcato, dovranno risultare perfettamente allineati e complanari e si dovranno ritoccare se giudicati non accettabili dalla D.L..

### **3.5.3.2. Verifiche in corso d'opera**

Data la tipologia e la modalità di esecuzione delle opere risulta di rilevante importanza l'effettuazione di verifiche in corso d'opera, per le quali data facoltà alla Direzione Lavori di eseguire prove e verifiche durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sugli impasti, i manufatti e la posa, secondo quanto previsto dal *D.M. 14.01.2008*.

### **3.5.3.3. Prove di carico**

Le prove di carico dovranno accertare l'entità delle deformazioni sia elastiche che permanenti e constatarne la loro conformità alle prescrizioni di progetto e si svolgeranno secondo le modalità indicate dal Collaudatore nominato dalla Committente.

Le prove di carico dovranno accertare inoltre il comportamento statico dei prefabbricati nel complesso strutturale; esse rispetteranno le modalità sotto indicate e non potranno avere luogo prima che sia stata raggiunta per i getti in opera la resistenza che caratterizza la classe del conglomerato prevista e, in mancanza di precisi accertamenti al riguardo, non prima di 28 giorni dall'ultimazione del getto.

A questi effetti si deve tener conto delle eventuali variazioni di temperatura durante la maturazione dei getti.



Le prove di carico possono essere eseguite, prima del montaggio, su singoli componenti isolati, purché i risultati ottenuti siano rappresentativi, a giudizio del collaudatore, dell'effettivo comportamento dei componenti inseriti nel complesso.

Di regola si dovranno riprodurre sulle strutture le sollecitazioni massime di progetto. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo.

Ove la prova di carico sia omessa, sarà pur sempre compito e responsabilità del collaudatore condurre altre verifiche, ad esempio mediante ispezioni in corso d'opera, l'impiego di prove non distruttive (sclerometriche, ecc.), il prelievo dei campioni, ecc.

Nel caso di serie "controllata" devono essere acquisiti dal collaudatore i risultati delle prove eseguite dal laboratorio ufficiale o autorizzato.

L'Appaltatore predisporrà a propria cura e spese carichi ed attrezzature e metterà a disposizione tutto il personale necessario ad effettuare le prove stesse.

Purché non in contraddizione con quanto in precedenza prescritto, valgono, anche per ciò che riguarda le prove, le prescrizioni di cui alla specifica sulle opere in cemento armato.

#### **3.5.3.4. Garanzie**

I manufatti qui descritti, intesi completi posati in opera e tutti i materiali componenti dei manufatti stessi (ancoraggi, guarnizioni, sigillature), dovranno essere garantiti per non meno di 10 anni, decorrendo tale termine dalla data di collaudo e di accettazione definitiva dell'opera.

Qualora entro tale termine dovessero venire lamentati difetti di qualunque genere le cui cause fossero attribuibili all'Appaltatore, questi dovrà provvedere, a proprie spese, al ripristino dei manufatti, nonché alla riparazione degli eventuali danni conseguenti ai guasti verificatisi.

In difetto a quanto sopra, la Committente avrà la facoltà di procedere all'eliminazione dei danni verificatisi addebitando all'Appaltatore le relative spese.

### **3.5.4. PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

#### **3.5.4.1. Predalles**

Le predalles dovranno essere eseguite in conglomerato cementizio con resistenza a compressione non inferiore a quella indicata negli elaborati di progetto, spessore minimo di 4cm ed essere armate con acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento. Il posizionamento dell'armatura integrativa sopra la lastra deve avere un copriferro minimo atto a garantire le richieste di durabilità e l'eventuale resistenza al fuoco del manufatto.



Nel caso di presenza di elementi di alleggerimento, il getto di completamento della soletta superiore dovrà avere spessore  $\geq 4\text{cm}$ .

### **3.5.4.2. Travi**

Le travi prefabbricate in c.a.p., dovranno essere eseguite in conglomerato cementizio con resistenza a compressione non inferiore a quella indicata negli elaborati di progetto, armate con acciaio armonico in pretensione ed acciaio ad aderenza migliorata B450C controllato in stabilimento.

Per le travi prefabbricate precomprese si dovranno osservare le seguenti prescrizioni:

- Il Fornitore dovrà presentare i disegni e gli elaborati di calcolo relativi alle travi, al fine di verificarne dimensioni, caratteristiche di resistenza, tensioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio d'armatura.
- tutte le travi saranno dimensionate per sopportare i carichi previsti in progetto e dovranno essere verificate con la resistenza che compete loro durante la generica fase, nelle condizioni di scasseratura, sollevamento, trasporto e posa in opera;
- esse saranno gettate entro casseri metallici
- il diametro minimo dei ferri d'armatura dovrà essere pari a 8 mm;
- nel caso di precompressione ad armatura pretesa lo spessore delle anime o pareti di sezioni chiuse non dovranno essere inferiori a 16 cm;
- il copriferro dei fili o trefoli di precompressione non dovrà in nessun caso essere inferiore ai 4 cm;
- dovranno essere previsti fori o aperture atti ad evacuare le acque che per cause accidentali possano filtrare all'interno di strutture precomprese di forma chiusa;
- su ogni trave precompressa dovranno essere riportati con vernice indelebile o su targhe metalliche le seguenti informazioni (visibili in corrispondenza della zona di appoggio):
  - ditta esecutrice;
  - data del getto;
  - tipo di precompressione e data di rilascio dei trefoli;
  - modulo elastico del calcestruzzo all'atto della precompressione;
  - tensione di tesatura dell'armatura di precompressione;



- caratteristiche di progetto dei materiali ( $R_{ck}$ ,  $E_{co}$ ,  $\phi_{co}$ ,  $f_{p(0.2)k}$ ,  $f_{p(1)k}$ ,  $f_{ptk}$ ).
- dovrà essere prevista una specifica messa a terra per le strutture precomprese.
- Le travi dovranno essere messe in opera, con autogrù di adeguata portata e mano d'opera specializzata, su cuscinetti d'appoggio in neoprene armato.
- Durante la posa delle travi l'Impresa dovrà prestare attenzione a non danneggiare le travi, né le opere circostanti.

#### *3.5.4.2.1. Guaine per armature per c.a.p*

Per formazione di guaine per armature per c.a.p. dovrà essere impiegato un lamierino di ferro di spessore di 2/10 di mm oppure guaine elastomeriche equivalenti.

#### *3.5.4.2.2. Ancoraggi*

Eventuali ancoraggi alle strutture portanti dovranno essere effettuati mediante piastre, tirafondi e bulloni in acciaio zincato a caldo.

#### *3.5.4.2.3. Modalità di montaggio*

Il montaggio delle strutture prefabbricate verrà effettuato al termine della realizzazione di tutte le strutture verticali in opera.

La sequenza di montaggio degli elementi prefabbricati e dei getti integrati dovrà essere sottoposto all'approvazione della D.L..

### **3.6. TRATTAMENTI SUPERFICIALE DI OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

#### **3.6.1. RIVESTIMENTO EPOSSIDICO ANTISDRUCCIOLO PER AMBIENTI INTERNI**

##### **3.6.1.1. Materiali**

Verniciatura bicomponente a base di resine epossidiche in emulsione acquosa, inodore, del tutto privo di solventi organici, da applicare su pavimenti, gradini in calcestruzzo a formare un rivestimento protettivo antiusura, impermeabile, facile da





pulire, permeabile al vapore, prodotto "Mastertop 1110 " o similare avente le seguenti caratteristiche (spessore a secco di 90 micron):

- Adesione al calcestruzzo, DIN ISO 4624: >1,5 MPa
- Resistenza all'abrasione ASTM D4060, (mola CS10 carico 1000 g, 1000 cicli): <150 mg
- Fattore di resistenza  $\mu$  al vapore d'acqua DIN 52615: 2000
- Resistenza alla temperatura all'aria: da -20 a +80 °C
- Resistenza chimica a 7 gg a 20°C: ottima a sali disgelanti, oli e combustibili



### **3.6.1.2. Modalità applicative**

- preparazione del supporto con idoneo trattamento (abrasivazione, idrosabbatura, ecc.) atto ad eliminare qualsiasi traccia di sporco, liquami, ecc. che abbiano imbibito il calcestruzzo originario
- applicazione della prima mano di rivestimento epossidico Mastertop 1110 o similare a rullo o pennello (il supporto deve essere saturato con acqua eliminando quella in eccesso)
- dopo 24 ore applicazione della seconda mano sulla quale, ancora umida, verrà steso inerte sintetico prodotto "Mastertop Filler Antiskid" o similare fino al grado di irruvidimento desiderato (dosaggio massimo del 6% sul peso della resina; ottimale il 3%)
- il giorno successivo o comunque a maturazione avvenuta, verrà asportato l'inerte in esubero sulla superficie (per es. mediante scopa di saggina).

## **3.6.2. TRATTAMENTI PER MANUFATTI FOGNARI**

### **3.6.2.1. Verniciatura interno a base di resine epossidiche**

Le strutture a contatto con l'acqua (sia verticali che orizzontali), come nelle devono essere protette mediante pitturazione con il seguente ciclo:

- pulitura della superficie
- stesura di una mano di primer epossidico impregnante all'acqua
- applicazione di due mani di spessore  $\geq 150$  micron ognuna di vernice epossidica senza solventi, catalizzata con ammine cicloalifatiche.

### **3.6.2.2. Rivestimento esterno con malta cementizia osmotica**

La malta utilizzata dovrà avere i seguenti requisiti:

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| • Peso specifico dell'impasto        | 1.65 $\pm$ 0.05 Kg/l                  |
| • PH dell'impasto                    | circa 12                              |
| • Temperatura minima di applicazione | 5°C                                   |
| • Tempo di lavorabilità a +20°C      | 2 ore                                 |
| • Applicazione mano successiva +20°C | dopo 5 ore e non oltre 24 ore a +20°C |
| • Messa in esercizio                 | 7 giorni                              |



- Adesione al calcestruzzo dopo 28 giorni >1.5 N/mm<sup>2</sup>

La superficie da impermeabilizzare dovrà essere perfettamente pulita e solida. Dovranno essere quindi rimosse, mediante spazzolatura meccanica, sabbiatura o lavaggio con acqua in pressione le parti friabili o in fase di distacco, polvere, lattime di cemento, tracce di olio disarmante, vernici e pitture.

La malta potrà essere applicata a pennello, a spatola o a spruzzo. L'applicazione a pennello richiede 2-3 mani, attendendo, tra uno strato e l'altro, che il precedente sia sufficientemente asciutto. La malta dovrà penetrare molto bene nella superficie interessata.

Per l'applicazione a spruzzo si potrà utilizzare l'intonacatrice avendo però cura di miscelare precedentemente il prodotto. Dopo aver bagnato a saturazione il supporto, l'impasto dovrà essere spruzzato in almeno due passate attendendo il parziale indurimento tra la prima e la seconda. Lo spessore della malta dovrà comunque essere di circa 2-3 mm.

Nella stagione calda, nelle giornate ventose o molto soleggiate è consigliabile nebulizzare dell'acqua sulla superficie per evitare la rapida evaporazione dell'acqua d'impasto.

### 3.6.3. TRATTAMENTI INTERNO VASCHE RACCOLTA ACQUE REFLUE

Per l'impermeabilizzazione interna di camere e vasche contenenti acque che non devono essere disperse si prevede per solettoni di fondo e le pareti un rivestimento con malta cementizia premiscelata rinforzata o a base di elastomeri poliuretanici modificati

#### 3.6.3.1. *Rivestimento impermeabile con malta cementizia premiscelata rinforzata*

Trattasi di un rivestimento elastoplastico impermeabile, anticorrosione, atossico, flessibile, antifessura realizzato con un premiscelato cementizio bicomponente armato con una rete in fibra vetrosa.

##### Prodotto premiscelato

Il componente A in polvere è costituito da una miscela a base di cementi speciali opportunamente additivati in modo da catalizzare e partecipare nel processo di polimerizzazione del componente B liquido per l'ottenimento del prodotto impermeabilizzante elastoplastico che contiene inibitori di corrosione che dovrà avere i seguenti requisiti:

- |                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| • densità apparente      | 1,65 Kg/l                   |
| • briding                | fino a 1 mm                 |
| • permeabilità all'acqua | impermeabile fino a 1.5 bar |



- |                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| • allungamento         | 20%                        |
| • adesione al supporto | 1.0 N/mm <sup>2</sup>      |
| • resa                 | 1,7 daN/m <sup>2</sup> /mm |

#### Armatura in fibra di vetro

L'armatura è costituita da una rete in fibra di vetro, protetta dalla alcalinità cementizia che dovrà avere i seguenti requisiti:

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| • peso                  | 30 g/m <sup>2</sup> |
| • resistenza a trazione | >450N/5 cm          |
| • allungamento          | 5%                  |

#### Applicazione

- Preparazione delle superfici del supporto che devono essere esenti da parti friabili o polveri, incrostazioni, grassi ed oli o ristagni d'acqua; nel caso di marcate imperfezioni superficiali occorre una presatura con prodotto bicomponente compatibile
- Applicazione a lama con spessore minimo di una mano di aggancio lasciando asciugare fino a filmazione completa
- Applicazione a lama della 1<sup>a</sup> mano di circa 1 mm di spessore lasciando asciugare fino a filmazione completa
- Posa della rete di armatura
- Applicazione a lama della 2<sup>a</sup> mano di circa 1 mm di spessore con eventuale successiva lisciatura a spugna

### **3.6.3.2. Rivestimento impermeabile a base di elastomeri poliuretanici modificati**

#### Preparazione delle superfici

Per eliminare le discontinuità e le disomogeneità superficiali che costituiscono una via preferenziale di ingresso delle sostanze aggressive si dovrà procedere alla pulizia delle superfici (sabbatura, idrosabbatura con acqua in pressione, pallinatura) sino ad ottenere un supporto consistente; successivamente sarà applicata una malta impermeabile a base di resine epossidiche in dispersione acquosa resistente anche ad eventuali contropressioni: il prodotto ottenuto dalla miscelazione dei componenti sarà applicato a spruzzo sulle superfici anche umide ma in assenza di percolamenti di acqua libera.

#### Sigillatura dei giunti



Le pareti degli eventuali giunti devono essere perfettamente asciutte, sane libere da polvere e da parti friabili

Per ridurre lo spazio destinato a ricevere il sigillante nei giunti occorrerà inserire dei riempitivi costituiti da prodotti in fibre sintetiche o da altro materiale non putrescibile reso impermeabile con trattamenti di impregnazione.

Il sigillante sarà costituito da un prodotto bicomponente a base di elastomeri poliuretanici modificati da miscelare al momento dell'uso senza diluizione alcuna, colato a freddo mediante manualmente o con serbatoio in pressione a seconda dei casi: avrà caratteristiche autolivellanti per le applicazioni su superfici orizzontali e tixotropiche per quelle su pareti verticali, elevato allungamento (450% a rottura secondo UNI 8202) e basso modulo elastico (0,20 Mpa secondo UNI EN ISO 8339) per evitare sollecitazioni indesiderate sulle pareti del giunto, ritorno elastico superiore al 90% secondo UNI EN ISO 7389 per garantire resistenza agli agenti aggressivi.

#### Trattamento impermeabilizzante

Il rivestimento impermeabilizzante a base di elastomeri poliuretanici modificati dovrà avere ottima elasticità (allungamento a rottura 150% secondo UNI 8202), resistenza all'abrasione e a trazione (8 Mpa secondo UNI 8202), buona durata in immersione in acque mediamente aggressive: il prodotto bicomponente miscelato al momento dell'uso sarà applicato a pennello o a spruzzo airless in due successive passate di spessore maggiore o uguale a 150 micron.

#### **3.6.3.3. Rivestimento impermeabile a base di resina epossidica**

La malta epossidica dovrà rispondere ai requisiti già specificati.

Il rivestimento superficiale con malta epossidica verrà applicato su superfici di calcestruzzo stagionate, pulite ed asciutte.

Parti incoerenti o polvere saranno asportati con mezzi adeguati.

La malta epossidica dovrà essere priva di ritiro e applicata a strati di spessore variabile a seconda del grado di protezione che si vuole ottenere, sarà preparata mescolando rapidamente, mediante spatola, la resina con l'induritore fino ad ottenere una perfetta omogeneizzazione e successivamente aggiunto l'inerte, che verrà inglobato nella resina con apposito mescolatore (trapano a bassa velocità).

Le superfici verranno impregnate con adatto primer e quindi si passerà alla applicazione del prodotto mediante cazzuola, spatola o frattazzo metallico.

La superficie finale dovrà presentarsi liscia e senza ondulazioni.

Il rivestimento epossidico, per non essere danneggiato, dovrà essere protetto dall'acqua e da corpi estranei fino a quando non avrà raggiunto l'indurimento necessario.

#### **3.6.4. TRATTAMENTO INTERNO VASCHE RACCOLTA ACQUE POTABILI**



### **3.6.4.1. Rivestimento impermeabile con malta a base cementizia e resine sintetiche per contatto con acque potabili**

Il rivestimento flessibile, bicomponente, a base cementizia e resine sintetiche, prodotto MASTERSEAL 540 o similare, avrà comunque le seguenti tassative caratteristiche:

- spessore ca 2 mm
- aderenza al calcestruzzo secondo UNI EN 1542: >0,7 MPa
- permeabilità al vapore acqueo secondo DIN 52615:  $\mu < 1000$
- \* spessore aria equiv. <2 m
- impermeabilità all'acqua secondo ISO EN 7031-94: impermeabile
- impermeabilità all'anidride carbonica secondo ASTM D 1434:
- \* fattore di resistenza alla  $\text{CO}_2$  :  $\mu > 13.500$
- \* spessore di aria equivalente : R >270 m
- allungamento a rottura secondo UNI 8202/8: <30 %
- idoneo al contatto con acque di tipo potabile in base al DPR 236/88
- il produttore dovrà essere in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000

### **MODALITÀ APPLICATIVE**

L'applicatore si atterrà alla seguente procedura:

- le superfici dell'intonaco verranno bagnate accuratamente via via che si procede alla realizzazione dell'intonaco; in caso di applicazione ad alte temperature, la bagnatura sarà oltremodo eseguita prima della stesura della prima mano; sulle superfici orizzontali l'acqua eccedente andrà tassativamente asportata.
- nella preparazione del materiale si verserà il componente A (liquido) in un contenitore aggiungendo lentamente il componente B in polvere, miscelando costantemente con trapano a frusta a bassa velocità fino ad ottenere un impasto omogeneo e privo di grumi; verranno tassativamente confezionati multipli interi dei componenti A e B, evitando impasti con parzializzazioni soggettive.

Tassativamente non verranno effettuate aggiunte d'acqua durante la miscelazione.

Il prodotto potrà essere applicato per temperature non inferiori a 5°C; il quantitativo di volta in volta preparato sarà in funzione delle temperature esterne; attenzione andrà posta dall'applicatore alla tempistica esecutiva (numero di operatori, metodologia applicativa, ecc.).

- il prodotto verrà applicato mediante due strati successivi (meglio se applicati un giorno con l'altro; l'applicazione potrà effettuarsi a rullo o pennello; è possibile l'applicazione mediante intonacatrice (a coclea, tipo Turbosl T5 o T7).
- si procederà, in funzione delle condizioni termo-igrometriche, a una accurata stagionatura mediante la protezione con teli di polietilene della superfici via via trattate.



## 3.7. OPERE IN CARPENTERIA METALLICA

### 3.7.1. GENERALITÀ

Devono essere conformi alla normativa sulle costruzioni come da Decreto Ministeriale 14.01.2008 -Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008) e devono essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto

Le ditte fornitrici delle strutture in acciaio devono operare in controllo qualità ai sensi della norma ISO 9001.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione del Progettista e della Direzione dei Lavori:

- gli elaborati progettuali costruttivi di cantiere, comprensivi dei disegni d'officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché i tipi e le qualità degli acciai da impiegare.
- tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.
- i particolari costruttivi e le procedure relative alle fasi di montaggio delle opere.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Impresa e dovranno corrispondere a tipi e norme stabiliti dalla D.L. oltre che a tutte le disposizioni di legge e norme ministeriali vigenti in materia.

Per quanto riguarda le lavorazioni dei materiali vale quanto riportano nella C.N.R. 10011/88.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.NA. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito da Decreto Ministeriale 14.01.2008 -Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008) sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Le opere metalliche dovranno essere fabbricate in officina in elementi aventi le dimensioni compatibili con le esigenze di trasporto e di montaggio. Ogni unità dovrà comprendere tutti gli accessori necessari per l'assemblaggio dei vari elementi, incluso i bulloni e gli ancoraggi di qualsiasi tipo.

I componenti lavorati e le parti premontate dovranno essere conservati al riparo dagli agenti atmosferici fino all'atto della spedizione.

Tutti i pezzi dovranno essere marcati con il numero di posizione riportato sui disegni di assieme e di dettaglio.

I materiali per le opere metalliche saranno conformi ai requisiti già riportati.



### **3.7.2. COLLAUDO TECNOGICO DEI MATERIALI**

Ogni volta che le partite di materiale metallico perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno in conformità a quanto stabilito da Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008)sopracitato

### **3.7.3. LAVORAZIONE**

I tagli saranno effettuati con utensili che permettano collegamenti precisi e con angolazioni corrette. I tagli eseguiti alla fiamma di profilati, tubi e lamiere da saldare di testa, dovranno essere ripassati con la mola.

Le superfici degli elementi in getto dovranno essere esenti da spruzzi, scorie di saldature, bave di lavorazione, ecc.

I lembi destinati ad essere saldati in cantiere dovranno essere protetti con inibitori antiruggine ed anticorrosione. Tali prodotti dovranno essere applicati in officina ed essere tali da non costituire un ostacolo per una corretta saldatura.

### **3.7.4. SALDATURE**

I saldatori impiegati nella fabbricazione e montaggio delle opere in ferro dovranno essere qualificati ed in possesso di patentino di abilitazione rilasciato da un Istituto o Ente riconosciuto.

Tutte le saldature dovranno essere eseguite utilizzando il procedimento elettrico manuale ed impiegando elettrodi di classe 4B omologati secondo la norma UNI EN ISO 2560. Gli elettrodi al momento dell'uso dovranno essere asciutti e ben conservati.

Le sequenze di saldatura dovranno essere eseguite in modo tale da non dare luogo a sforzi o deformazioni anomale nelle parti da saldare.

### **3.7.1. CONTROLLO DELLE SALDATURE**

Su richiesta della Direzione Lavori, le saldature delle opere metalliche potranno essere sottoposte a prove e controlli radiografici o magnetoscopici .

I risultati degli esami radiografici dovranno soddisfare i contenuti quelli richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 con l'eccezione che non saranno accettati difetti di mancanza di penetrazione al cuore della saldatura.





Le principali norme europee di riferimento per la qualifica dei procedimenti di saldatura e dei Saldatori sono le seguenti: UNI EN ISO 15614-1, UNI EN 287-1 ed UNI EN 1418.

### **3.7.2. COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse. Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

### **3.7.3. MONTAGGIO**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasolicitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M 14 gennaio 2008, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.



Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

### **3.7.4. PROVE DI CARICO E DI COLLAUDO STATICO**

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Impresa, in conformità a quanto stabilito da Decreto Ministeriale 14.01.2008 -Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008)sopracitato.

## **3.8. PROTEZIONE E RICOPRIMENTO DI ELEMENTI METALLICI FERROSI**

### **3.8.1. GENERALITÀ**



Il trattamento di protezione degli elementi dai processi di corrosione, prelieve specifiche operazioni di preparazione delle superfici (decapaggio, pulizia a fuoco, spazzolatura, sabbiatura), può essere ottenuto per via chimica (rivestimenti metallici per immersione o galvanici, rivestimenti chimici quali la fosfatazione o l'ossidazione anodica, aggiunta di elementi speciali o aumento della purezza) o per pitturazione a pennello (con vernici a base di piombo e zinco o fosfato o cromato di zinco).

I trattamenti di ricoprimento, intermedio e di finitura, è ottenuto mediante pitturazione a pennello o a spruzzo di prodotti vernicianti da realizzare con colori diversi per la verifica visiva dell'avvenuta copertura. Il trattamento per opere all'aperto sarà del tipo epossidico, per opere all'interno sarà a base di clorocaucciù.

### **3.8.2. TRATTAMENTO DI PROTEZIONE MEDIANTE ZINCATURA A CALDO**

Tutte le parti in acciaio da proteggere con procedimento di zincatura a caldo sono immerse in vasche di zinco fuso a temperatura controllata (440-460°C).

Lo zinco da usare nel bagno di zincatura deve essere di una delle qualità commerciali di zinco di prima fusione con purezza non minore a quella dello zinco Zn a 98, 25 relative alla norma UNI EN 1179:2005.

Per l'identificazione dello zinco si devono seguire le norme UNI 4179.

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie. Se necessario dovranno essere tolti eccessi di zinco o gocce, specialmente in corrispondenza dei giunti bullonati.

Il numero minimo di immersioni per le strutture in acciaio profilato e per le strutture composte con parti in acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm, è di 6.

Per la zincatura di eventuali barre filettate o altro si devono proteggere le filettature con nastro isolante in tela (tipo telato, 2-3 strati avvolti strettamente).

E' indispensabile prevedere adeguate forature sia per lo scorrimento dello zincante durante il trattamento sia per la presa del pezzo da trattare possibilmente mai inferiori a diam. 14 mm.

Particolare attenzione deve essere data alla tecnica costruttiva delle strutture in tubolare.

Nei collegamenti fra tubi occorre sempre controllare che vi sia un canale aperto che permetta la libera circolazione dell'acido e dello zinco.

Si devono quindi evitare zone chiuse.

E' da evitare per quanto possibile il contatto piatto con piatto.

In caso contrario la saldatura fra le due parti deve essere assolutamente continua praticando un foro passante fra le due superfici accoppiate.

Dopo il montaggio delle strutture metalliche dovranno essere ripristinate eventuali parti di zincatura danneggiate, con ritocchi di vernice zincante a freddo.



### **3.8.3. TRATTAMENTO DI RICOPRIMENTO CON VERNICE PER ELEMENTI IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO**

Le superfici degli elementi in ferro zincati a caldo possono essere sovraverniciate con vernice a base di resine epossidiche specificatamente formulata .

Il ciclo di pitturazione sarà costituito dalle seguenti fasi:

- applicazione di una mano di smalto anticorrosivo a base di resine epossipoliamminiche e pigmenti anticorrosivi al fosfato o cromato di zinco, (Primer zincante a freddo) di spessore minimo del film 60 micron
- applicazione di una mano intermedia con smalto epossipoliamminico di spessore 40 micron;
- applicazione di due mani a finire di smalto poliuretanico di spessore 50 micron.

### **3.8.4. TRATTAMENTI DI PROTEZIONE E RICOPRIMENTO CON VERNICI**

#### ***3.8.4.1. Preparazione superfici con sabbiatura***

Per tutti gli elementi in acciaio per i quali si prevede un ciclo completo di protezione mediante pitturazione con vernici, la preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante sabbiatura, o spazzolatura meccanica, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera

L'operazione preparatoria delle superfici avviene mediante pulizia a getto con sabbia silicea o graniglia di acciaio spigolosa o lappa .

Prima di iniziare le operazioni l'Appaltatore dovrà verificare l'assenza di spigoli vivi per poi procedere con idonei sistemi all'eliminazione completa di eventuali sostanze estranee nocive alla pitturazione presenti sulla superficie da trattare quali: olio, grasso, composti per taglio, residui di saldatura ed altri contaminanti e tracce di acqua, umidità e polvere.

Durante l'operazione di sabbiatura verranno impiegati adeguati separatori per assicurare che l'aria compressa sia priva di acqua ed olio; i separatori devono essere regolarmente spurgati.

La verifica della qualità dell'aria sarà effettuata soffiando aria per due minuti su un foglio di carta bianca; non si dovranno rilevare tracce di contaminazione da oli, grassi e umidità.

Non è ammesso il riciclo della sabbia silicea.



Non si dovranno effettuare operazioni di sabbiatura quando la temperatura delle superfici metalliche sarà minore di 3°C sopra al punto di rugiada.

Per quanto riguarda il controllo visivo delle condizioni iniziale delle superfici grezze da pitturare e del grado di pulizia ottenuto si fa riferimento agli standard fotografici svedesi (Svensk Standard SIS 05 59 00 1067 della Sveriges Standardiseringskommission).

Per quanto non dettagliatamente specificato si fa riferimento alle norme dello Steel Structures Painting Council.

Per tutte le strutture metalliche si prevede un grado di sabbiatura Sa 2.5 secondo gli Standard Svedesi.

Il limite di rugosità dovrà essere: minimo di 35 micron d'incisione e mediamente intorno a 50 micron.

### **3.8.4.2. Pitturazione di protezione e ricoprimento**

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione A, B e C definiti nel seguito.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica le cui caratteristiche di composizione sono indicate nel seguito .

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

#### **CICLO «A»**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

1° strato - Mano di fondo al clorocauciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr 04), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocauciù
- PVC%(1)	≥ 36%
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 82%
- tipi di pigmento	minio - ZnCrO4
- legante secco %	25%
- spessore del film	80 ÷ 100 µ
- metodo di applicazione	pennello

(1) Concentrazione volumetrica del pigmento.



2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC%	≥ 41%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 14%
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28%
- spessore del film	80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

3° strato - Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	clorocaucciù acrilica
- PVC%	≥ 26%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	33%
- spessore del film	40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

#### **CICLO «B»**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	epossidico
- PVC%	≥ 36%
- % pigmento sul totale polveri	≥ 25%
- tipo di pigmento	cromato di zinco ZnCrO <sub>4</sub>
- legante secco %	26%
- spessore del film	30÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.



#### Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	epossidico
- PVC%	≥ 40%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 11%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	26%
- spessore del film	80÷100 µ
- metodo di applicazione	pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615/67 T).

#### Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	poliuretanico
- PVC%	≥ 16%
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26%
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	39%
- spessore del film	30÷40 µ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

#### **CICLO «C»**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

1° strato - Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

#### Caratteristiche formulative:

- tipo di legante	oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 55%
- tipi di pigmento	ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %	≥ 18%
- tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca	≥ 60%



- |                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| - spessore del film secco | 35÷40 µ          |
| - metodo di applicazione  | pennello o rullo |

2° strato - Mano intermedia oleo fenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - tipo di legante               | oleofenolico   |
| - % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55%  |
| - tipi di pigmento              | ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro |
| - legante secco (resina) %      | ≥ 18%  |
| - tipo di olio nel legante      | olio di lino e/o legno   |
| - % olio nella resina secca     | ≥ 60%  |
| - spessore del film secco       | 35÷40 µ  |
| - metodo di applicazione        | pennello, rullo, airless   |

3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative :

- |   |  |
|---|--|
| - tipo di legante                           | alchidico-clorocaucciù                                     |
| - % pigmenti sul totale polveri             | ≥ 55%  |
| - tipi di pigmento                          | biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu |
| - % di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti | ≥ 30%  |
| - legante secco (resina)%                   | ≥ 40%  |
| - tipo di olio nel legante                  | olio vegetale  |
| - % olio nella resina secca                 | ≥ 60%  |
| - spessore del film secco                   | 35÷40 µ  |
| - metodo di applicazione                    | pennello, rullo, airless                                   |

4° strato - Mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative :

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - tipo di legante               | alchidico-clorocaucciù                                     |
| - % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55%  |
| - tipi di pigmento              | biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu |





- % TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	≥ 30%
- legante secco (resina) %	≥ 40%
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- % olio nella resina secca	≥ 60%
- spessore del film secco	35÷40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless



## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEI CICLI

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351, devono essere sottoposti ordinatamente a :

### 1) trattamento di invecchiamento artificiale:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluz. Aerate (U.N.I.4261-66)	12h	35°C
Corr. in nebbia salina (U.N.I.5687-73)	12h	35°C
Radiazione ultravioletta	6h	60°C
Immersione in soluz.satura di Ca C12.	12h	35°C

### 2) controllo ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

### 3) controllo Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

<u>Ciclo «A»</u>	Blistering:	1° strato = 9F
		2° strato = 9M
		3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

<u>Ciclo «B»</u>	Blistering:	1° strato = 9M
		2° strato = 9M
		3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

<u>Ciclo «C»</u>	Blistering:	1° strato = 9F
		2° strato = 9F
		3° strato = 9M
		4° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)



4) *controllo adesione (DIN 53151):*

<u>Ciclo «A»</u>	Gto÷Gt1	(stacco nullo al massimo del 5%)
<u>Ciclo «B»</u>	Gto	(stacco nullo)
<u>Ciclo «C»</u>	Gto÷Gt1	(stacco nullo al massimo del 5%)

5) *controllo spessore films secchi:*

<u>Ciclo «A»</u>	1° strato = 90 μ
	2° strato = 80 μ
	3° strato = 40 μ

<u>Ciclo «B»</u>	1° strato = 30 μ
	2° strato = 90 μ
	3° strato = 35 μ

<u>Ciclo «C»</u>	1° strato = 35 μ
	2° strato = 35 μ
	3° strato = 35 μ
	4° strato = 35 μ

6) *controllo resistenza all'abrasione*

si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg. Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) *controllo brillantezza*

controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) *Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino Ø 4 mm.*

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.



### 3.8.5. CICLO DI PROTEZIONE ANTINCENDIO

Ove previsto, il trattamento di protezione passiva al fuoco a base di vernice intumescente, certificato in accordo alla Normativa Italiana (Circolare 91 Ministero dell'Interno; UNI EN 1992-1-2:2005) sarà idoneo a garantire una resistenza al fuoco pari alla classe R 120.

Esso sarà ottenuto mediante l'applicazione di 1600 gr/m<sup>2</sup> (due mani) di rivestimento intumescente a base acqua, per uno spessore medio di 800 micron, utilizzando primer e prodotti per garantire l'adesione tra gli strati: in particolare la protezione finale del rivestimento intumescente avverrà mediante l'applicazione di una mano intermedia di smalto epossipoliamminico, dello spessore di 60 micron, seguita da una applicazione di una mano di smalto poliuretanico a finire, dello spessore di 60 micron.

### 3.8.6. PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI VERNICIANTI

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
  - caratteristiche di composizione: foglio A;
  - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso.

La Direzione Lavori potrà fare accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

### 3.8.7. MODALITÀ DI IMPIEGO DEI PRODOTTI VERNICIANTI

I materiali dovranno pervenire sul luogo di impiego in recipienti originali chiusi, recenti leggibile il nome della ditta produttrice, la marca e la quantità del prodotto.



I recipienti dovranno essere immagazzinati in ambienti idonei, evitando locali a temperatura inferiore a 10°C e quelli in cui l'escursione della temperatura sia tale da compromettere la buona conservazione dei materiali stessi.

Ogni mano di vernice deve essere applicata uniformemente sull'intera superficie evitando la formazione di gocciolature, grinze, screpolature ecc., che nei casi si formassero devono essere spazzolate via e la superficie riverniciata.

Prima dell'applicazione della mano a finire dovranno essere effettuate tutte le necessarie operazioni di pulizia al fine di eliminare ogni e qualsiasi sostanza contaminante nociva alla successiva pitturazione; in particolare la pulizia dovrà riguardare anche l'asportazione di conglomerati, bitumi, asfalti, coibenti e materiali vari di risulta.

I colori delle verniciature e delle protezioni saranno scelti nell'ambito delle tonalità della serie RAL.

Tutti i cicli di pitturazione (di protezione o finitura) e le verniciature devono essere fatte in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

All'atto dell'applicazione le superfici da pitturare o da verniciare devono presentarsi prive di ogni traccia di materiale depositato durante le operazioni di preparazione del supporto.

### **3.8.8. RITOCCHI**

Dopo il montaggio in opera per la protezione di tutti i giunti e per ripristinare tutte le parti verniciate, danneggiate da saldature, escoriazioni o altro, anche se causati da terzi, dovranno essere effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, i necessari ritocchi secondo le seguenti modalità:

- spazzolatura al grado ST 3;
- applicazione a pannello o spruzzo di 1 mano di mastice epossidico alluminato, allo spessore secco di 60 ÷ 70 micron;
- applicazione mano intermedia e finitura come da ciclo scelto.

Analogamente dovranno essere trattate tutte le parti eventualmente montate grezze quali piastre, fazzoletti, bulloni test di dado, tiranti o altro.

### **3.8.9. LEMBI DA SALDARE**

L'Appaltatore dovrà ricoprire i lembi da saldare con adatta protezione (nastratura) per evitare il danneggiamento durante la eventuale sabbiatura e successivamente togliere la protezione pulendo eventuali tracce di prodotti adesivi.

In caso di applicazione in officina dell'inibitore antiruggine, e' consigliabile applicarlo sui lembi da saldare per una fascia di circa 50 mm. dopo le operazioni cianfrinatura e dovrà essere di tipo saldabile.

Qualora in Officina venga applicata anche una mano di verniciatura, oltre al primer, si dovrà provvedere a proteggere con nastro tutte le superfici su cui sia previsto di dover



eseguire giunzioni saldate. Ad esempio: fazzoletti per diagonali verticali, zone di saldatura calastrelli, incroci di travi secondarie o controventi orizzontali, montanti, ecc.

### 3.8.10. CONTROLLI E TOLLERANZE

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. la procedura di controllo della qualità e fac-simile delle schede di controllo e di non conformità.

Su richiesta l'Appaltatore convocherà all'inizio dei lavori, e successivamente a intervalli regolari, un tecnico del fornitore dei prodotti, per l'ispezione dei lavori e dei risultati.

La procedura di controllo, svolta ad opera e ad onere dell'Appaltatore, prevederà almeno quanto descritto nel seguito:

- la verifica della qualità dell'aria compressa deve essere effettuata almeno due volte al giorno e comunque ogni qualvolta la linea di alimentazione viene messa in funzione;
- la registrazione della temperatura delle superficie dell'aria, del punto di rugiada, dell'umidità relativa e delle condizioni metereologiche, devono essere effettuate prima di ogni turno di lavoro o durante l'esecuzione, se le condizioni variano;
- il controllo del profilo e dell'aspetto delle superfici sabbiare deve essere effettuato prima dell'applicazione del primer; ogni 20 m<sup>2</sup> vanno eseguiti due controlli con rugosimetro o con placchette di confronto tipo Rugotest o altro strumento calibrato prima dell'impiego;
- alla registrazione della apertura dei contenitori dei prodotti vernicianti, deve seguire la verifica del loro stato di conservazione e della loro utilizzazione entro i tempi prescritti;
- il controllo degli spessori del film secco di ogni singola mano deve essere effettuato con idonei strumenti magnetici o elettromagnetici, opportunamente tarati secondo le istruzioni del fabbricante ogni giorno o quando cambi il "range" dello spessore dei rivestimenti; tutte le operazioni di controllo verranno eseguite dall'applicatore con proprio personale ed apparecchiature;
- durante il controllo degli spessori dovrà essere verificato che non ci siano lacerazioni disuniformità del film; verranno scelti almeno 2 punti per ogni 15 m<sup>2</sup> di superficie verniciati: su questi punti saranno effettuate 5 misurazioni, si scarteranno, come inaffidabili, i valori estremi, sui rimanenti 3 si computerà la media aritmetica che sarà considerata come il valore del punto; la media aritmetica dei punti sarà quindi il valore di spessore, del manufatto, da confrontare con i valori di capitolato; sugli spessori prescritti, per ogni singola mano, è ammessa una tolleranza del 10% in relazione ad una garanzia di 10 anni grado RE3. in caso di contestazione verranno applicate le norme SSPC-n. PA-2-73 T;
- il controllo della aderenza sulla mano di Primer zincante deve essere effettuata non prima di due settimane dall'applicazione (Norme SSPC n. 20 Par. 5.6) mediante il metodo della quadrettatura; allo scopo verrà utilizzato un coltello con 6 taglienti distanziati fra loro di 2 mm.: è accettabile un distacco massimo pari al 5% del numero totale dei quadretti (Norma DIN 53151 Grado GT1 - ASTM 3359 met B Grado 4B);



- il controllo della aderenza fra gli strati di finitura deve essere effettuato in riferimento alle Norme ASTM D 3359 MET A Grado aA.

Le non conformità rilevate dai controlli andranno evidenziate su apposita scheda con la descrizione delle azioni da intraprendere, e sottoposte alla D.L. per approvazione.

### **3.8.11. GARANZIE**

L'Appaltatore deve garantire la condizione Re 3 della "Scala Europea dei gradi di arrugginimento per pitture anticorrosive" per tutti il periodo di garanzia previsto.

Per effetto di detta garanzia, durante i suddetti periodi il fornitore è tenuto a riparare od a rifare, a propria cura e spese, quelle parti che risultassero non eseguite a perfetta regola d'arte o avariate (per difetto di preparazione delle superfici, di applicazione delle pitture o di insufficiente resistenza di queste agli agenti atmosferici mostrando stacchi, crepe, bolle o affioramenti di ruggine).

## **3.9. STRUTTURE PROVVISORIE IN CARPENTERIA METALLICA-PASSERELLE, IMPALCATI, PONTI**

Con riferimento a questa tipologia di opere provvisorie, in relazione a esigenze viabilistiche e/o costruttive intervenute in fase esecutiva, la Direzione Lavori potrà comunque definire nuovi posizionamenti o altri manufatti in aggiunta a quelli preventivati.

I manufatti di cui sopra dovranno essere messi in opera sino ad avvenuto ripristino della sede stradale e successivamente smontati e, se richiesto dalla Direzione Lavori, anche in costanza di traffico con l'adozione di idonei procedimenti e attrezzature.

L'Appaltatore è, comunque, responsabile della stabilità e sicurezza dei manufatti realizzati in rapporto alle funzioni a cui essi devono assolvere e, sotto la sua responsabilità, deve mantenerli in stato di perfetta efficienza per tutto il tempo necessario restando a suo esclusivo carico i danni a cose o a persone.

Le strutture atte a realizzare le passerelle, i ponti e gli impalcati provvisori devono essere eseguite in carpenteria metallica o in tralicci tubolari e devono essere muniti di fiancate, pure in elementi metallici, chiusi con pannelli nervati in lamiera o laminati plastici; altri materiali non sono consentiti, se non a seguito di esplicita approvazione della Direzione Lavori; l'uso del legname è ammesso solo per i piani di transito.

La portata utile delle passerelle pedonali non deve essere inferiore a 500 kg/m<sup>2</sup>; deve inoltre essere tenuto conto, in aggiunta alla suddetta portata, del peso delle tubazioni, dei cavi e dei servizi che potranno essere sostenuti dalle medesime strutture.

La portata utile dei ponti provvisori deve corrispondere alle prescrizioni del Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008): per il traffico stradale devono sopportare i carichi delle strade di 2<sup>a</sup> categoria.



Le strutture metalliche di cui agli articoli del presente capitolo devono essere in acciaio di qualità rispondente alle prescrizioni del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

Come per le consuete opere in carpenteria metallica, dovranno essere forniti:

- gli elaborati progettuali costruttivi di cantiere, comprensivi dei disegni d'officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché i tipi e le qualità degli acciai da impiegare
- tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione
- i particolari costruttivi e le procedure relative alle fasi di montaggio delle opere

che saranno sviluppati a cura e spese dell'Appaltatore e dovranno essere sottoposti al benestare della Direzione Lavori in conformità al Capitolato d'Appalto; la Direzione Lavori provvederà ad eseguire i collaudi statici e tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Appaltatore.

Tutte le strutture metalliche facenti parte del presente capitolo dovranno essere collegate elettricamente a terra, secondo le normative CEI e le disposizioni di Legge.

### **3.10. OPERE METALLICHE PARTICOLARI**

#### **3.10.1. PUNTELLAZIONI PROVVISORIE E RITTI METALLICI**

Le puntellazioni provvisorie saranno costituite da profili metallici e/o tubi che verranno messi in forza con martinetti che andranno a riprendere le sollecitazioni assiali di progetto. I ritzi metallici saranno costituiti da profili metallici e fonderanno su pali trivellati eseguiti dall'alto prima di procedere nell'approfondimento degli scavi.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun livello di puntellazione sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei contrasti provvisori ed altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro dei fori alesati risulta superiore al diametro nominale dei bulloni oltre la tolleranza prevista dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.





E' ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purchè questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per ogni unione con bulloni, l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Per l'ancoraggio di elementi di acciaio ai conglomerati cementizi, ove non siano predisposti gli appositi inserti, dovranno essere installati nel conglomerato stesso, tasselli e/o bulloni ancoranti ad espansione con protezione resistente alla corrosione.

L'installazione dei tasselli dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni del fabbricante, con le tolleranze di posizionamento prescritte.

Prima di procedere all'installazione dei tasselli, l'Appaltatore dovrà eseguire la tracciatura dei ferri di armatura delle strutture in calcestruzzo armato, al fine di individuarne la posizione, essendone vietato il taglio, salvo quando diversamente indicato nei disegni Esecutivi e/o Costruttivi o dal Committente.

### **3.10.2. GRIGLIATI CARRABILI**

I manufatti devono essere realizzati secondo le prescrizioni dei disegni di progetto utilizzando materiali con le caratteristiche già illustrate in modo che possa escludersi qualsiasi menomazione della sicurezza di impiego.

La zincatura deve essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso con procedimento continuo; il tipo di zincatura sarà di tipo "normale" secondo le UNI EN 10142, 10143 e 10147; la zincatura deve essere eseguita in modo da ottenere uno strato di zinco perfettamente aderente, di spessore uniforme, liscio, senza discontinuità incrinature e violatore.

Le saldature dovranno essere continue e prive di sbavature.

Per la posa in opera dei grigliati, dovranno essere consegnati in cantiere i telai muniti di zanche e i grigliati stessi, già pronti nelle loro singole parti e conformi nelle forme, dimensioni e spessori ai disegni di progetto.

Il telaio verrà installato con zanche che alloggeranno in vani propri, preventivamente predisposti e murati con cemento a presa rapida.

Le griglie verranno poi collocate sui telai con precisione, senza difetti di sorta: in caso di posizionamento su marciapiedi l'orditura degli elementi dovrà essere perpendicolare alla direzione principale di transito pedonale.

### **3.10.3. RAMPE METALLICA DI ACCESSO ASPORTABILI**

La scala o parte di essa verrà realizzata con incluse le membrature portanti in profilato di acciaio tipo Fe 430/b zincato a caldo, ripiani e pedate in grigliato metallico zincato a caldo, del tipo antiscivolo.



Sarà corredata di parapetti a disegno semplice opportunamente ancorati mediante saldatura o bullonatura ai profilati delle scala o mediante inserti metallici predisposti nelle strutture e solidamente fissati alle murature, dotati di fermapiede regolamentare, con trattamento anticorrosione di zincatura a caldo.

### **3.11. GIUNTI DI DILATAZIONE**

#### **3.11.1. GENERALITÀ**

A seconda della tipologia degli elementi strutturali soggetti a dilatazione (solette, pareti, membrature) e della loro localizzazione, verranno applicati a cavallo delle sgiunzioni particolari dispositivi di connessione intesi ad assicurare:

- la tenuta intesa come protezione impermeabile alle acque;
- il taglio del fuoco inteso come protezione al fuoco secondo la classe prevista;
- la continuità strutturale intesa come puramente strutturale;
- la tenuta e la continuità strutturale.

#### **3.11.2. GIUNTI DI DILATAZIONE A TENUTA**

##### **3.11.2.1. Profili waterstop in PVC**

I profili a tenuta (Waterstop) in PVC dovranno essere del tipo a bulbo centrale e saranno provvisti di adeguate alette per garantire un adeguato immersionamento nel getto delle strutture.

Dovranno essere chiaramente indicati (posizione, geometria, tipo) nei Disegni Esecutivi e/o Costruttivi e saranno posizionati con il bulbo nella mezzera del giunto di dilatazione, mediante appositi dispositivi approvati dal Committente; saranno collegati per termofusione al manto impermeabile in PVC, nel rispetto delle istruzioni date dal fornitore del giunto ed approvate dal Committente, eventualmente svolgendo al contempo la funzione di compartimentazione.

##### **3.11.2.2. Nastri waterstop idroespansivi**

I nastri di tenuta (Waterstop) di tipo idrofilo saranno costituiti da profili composti da una mescolanza di resina idrofila modellata e vulcanizzata attorno al neoprene.

I nastri di tenuta saranno trattati esternamente con un rivestimento ritardante in modo da consentire l'espansione non prima di 40 ore dal contatto con il calcestruzzo fresco.



### **3.11.2.3. Sigillanti (nastri, fili, mastici, stucchi)**

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose, siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

Il sigillante sarà costituito indicativamente da un prodotto bicomponente a base di elastomeri poliuretani modificati e saranno costituiti da nastri o fili non vulcanizzati oppure da prodotti liquidi o pastosi con uno o più componenti; avranno diverse caratteristiche di elasticità, di resistenza all'acqua, agli sbalzi di temperatura ed alle sollecitazioni meccaniche.

Composti atti a garantire il riempimento di interspazi e la ermeticità dei giunti mediante forze di adesione, potranno essere di tipo

- preformato in genere costituiti da nastri, strisce e cordoni non vulcanizzati o parzialmente vulcanizzati.
- non preformato a media consistenza (mastici) od alta consistenza (stucchi); a media consistenza in genere costituiti da prodotti non vulcanizzati di tipo liquido (autolivellanti) o pastoso (a diverso grado di consistenza o tixotropici), ad uno o più componenti

In rapporto alle prestazioni, inoltre, potranno essere distinti in sigillanti ad alto recupero elastico (elastomerici) e sigillanti a basso recupero (elastoplastici e plastici).

Prove diverse ed ulteriori da quelle già indicate potranno comunque venire richieste dalla DL in rapporto a particolari requisiti e specifiche di accettazione connesse alle condizioni d'impiego.

Per la posa in opera il bordi del giunto e il sottofondo dovranno essere in buono stato, coesi, sani, puliti e asciutti e il sottofondo dovrà essere privo di polvere, tracce di oli e grassi o sostanze che possono precludere l'adesione. Le superfici dovranno essere trattate con uno specifico primer.

I bordi del giunto saranno ricoperti con nastro adesivo.

All'interno dl giunto verrà inserito un cordone di priempimento. In seguito si applicherà mediante pennello sui bordi del giunto l'apposito primer; dopo l'essiccazione verrà applicato il sigillante all'interno del giunto mediante apposita pistola evitando di inglobare aria all'interno. Il nastro adesivo dovrà essere rimosso subito dopo l'applicazione.

L'esposizione del sigillante ad agenti chimici e a movimenti del giunto superiori a 10% non sono consentiti durante la fase di polimerizzazione.

Il tempo di conservazione del prodotto è fissato in 12 mesi dalla data di confezione se conservato a temperature fra +10°C e +25°C in locali chiusi e negli imballi originali.

### **3.11.3. GIUNTO DI DILATAZIONE STRUTTURALI**



### **3.11.3.1. Giunti per massetti o solai in c.a.o.**

Le giunzioni di dilatazione nei solai o massetti saranno costituite da spinotti metallici annegati nel getto del solaio, atti ad assorbire la sollecitazione a taglio, e scorrevoli entro canotti in materiale plastico inseriti nel getto della corrispondente sezione svincolata del solaio o massetto.

### **3.11.3.2. Giunti per connessioni a taglio per strutture in c.a.o.**

Giunto a spinotto per la trasmissione degli sforzi di taglio nelle strutture in c. a. gettato in opera costituito da parte maschio e da parte femmina.

La parte maschio sarà a doppio perno di sezione omogenea, piastra verticale di irrigidimento e barre stabilizzatrici orizzontali.

La parte femmina sarà dotata di piastra trasversale forata per la chiodatura al cassero di getto e guaine cilindriche atte a consentire lo scorrimento longitudinale dei perni in ogni situazione di carico.

Tutti i componenti in acciaio Inox saldato, la parte femmina (guaina) tipo AISI304 – w.1.4301, quella maschio (perno) tipo AISI316 – w.1.4429.

Il carico di esercizio (kN per larghezza di giunto) e cls con  $R_{bk}$  è indicato negli elaborati di progetto (min 30 N/mm<sup>2</sup>).

Il tutto è fornito in opera compreso di armatura di frettaggio e ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

### **3.11.3.3. Giunti per membrature metalliche**

I giunti di dilatazione per i profilati metallici sono costruttivamente realizzati nei due modi seguenti.

#### Per profili secondari

Il giunto di dilatazione tra due parti indipendenti è realizzato predisponendo unioni coprigiuntate con fori per il collegamento bullonato da un lato e asole disposte nella direzione del movimento sul lato opposto. Lo scorrimento è facilitato dalle seguenti disposizioni di montaggio, che abbassano il coefficiente di attrito:

- le superfici di contatto devono essere ingrassate.
- il serraggio dei bulloni deve essere moderato.

Quest'ultima prescrizione impone l'impiego dei controdadi, per evitare l'allentamento del bullone a cui è stata applicata una limitata coppia di serraggio.

#### Per profili principali

Il giunto di dilatazione è realizzato con piatti di coprigiunto bullonati da un lato e organizzato con perni in fori asolati sul lato opposto.



In questo caso non è necessario ingrassare le superfici, poiché il sistema non permette la formazione di forze di attrito; infatti il perno è costruttivamente realizzato con una lunghezza maggiore (di 2mm) rispetto allo spessore dei piatti a contatto.

La coppia di serraggio deve essere adeguata al materiale di cui è costituito il perno (S275JR). In questo caso, per evitare l'allentamento dei dadi è prescritto l'impiego di rondelle elastiche.

### **3.11.4. GIUNTO DI DILATAZIONE A E STRUTTURALI**

#### **3.11.4.1. Giunti di dilatazione stradale**

Le ditte fornitrici dei giunti di dilatazione devono operare in controllo qualità ai sensi della norma ISO 9001.

A seconda della luce degli elementi strutturali, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare a cavallo delle sgiunzioni all'uopo predisposte nella struttura la continuità della impermeabilità e la continuità strutturale

L'Impresa dovrà tenere conto, nei programmi di lavoro, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto in relazione al tempo di esecuzione del manto di usura.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Norme Tecniche per le costruzioni (NTC2008) e sue istruzioni.

Anche nel caso il committente provveda direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte, saranno comunque a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare:

magazzinaggio e custodia degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;

trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;

tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare: l'adattamento dei casseri; le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa; la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;

Qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e con quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.



Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate. Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di elenco.

Le tipologie dei giunti utilizzabili per le opere d'arte si possono suddividere come indicato nel seguito.

### NEOPRENE ARMATO CON LAMINA DI ACCIAIO

Sono costituiti da una struttura in gomma nella quale mediante il processo di vulcanizzazione o altro processo tecnologico, vengono inseriti dei profili metallici atti a modificare in determinati punti la rigidità o la portanza della struttura elastomerica. Il giunto di dilatazione ed impermeabilità stradale posto a livello di pavimentazione per impalcati di ponti e viadotti, realizzato in gomma-armata ed adatto per assorbire scorrimenti longitudinali e trasversali come indicato sulle tavole di progetto

Il giunto è costituito da elementi in elastomero vulcanizzati ad inserti metallici; questi sono disposti in modo tale che qualsiasi sezione verticale del giunto sia presente un inserimento metallico.

Qualità dei materiali:

Qualità dei materiali:

- elastomero in gomma naturale durezza Shore A60, rottura 170 kg/cmq, allungamento 450% (UNI 6065-67)
- laminati S235 (UNI EN 10025)
- ancoraggi realizzati con tirafondi chimici e dadi serrati con chiave dinamometrica;
- materiali acciaio C40 trattamento anticorrosivo Dacromet 320
- scossalina di drenaggio in cloroprene spessore 2 mm
- masselli di continuità giunto/pavimentazione in epossicatrane. Il tutto posto in opera a regola d'arte.

L'ancoraggio dei giunti alla struttura dovrà avvenire mediante incollaggio con resine epossidiche o mediante imbullonatura a speciali tirafondi ancorati profondamente nelle solette.

La sequenza delle operazioni da eseguirsi per la posa in opera del giunto è la seguente:

- taglio della pavimentazione della larghezza necessaria;
- demolizione della pavimentazione tra i due tagli;
- pulizia del piano di posa mediante molatura e/o bocciardatura per un perfetto incollaggio, con resina epossidica degli elementi prefabbricati del giunto con la soletta;
- posa in opera degli elementi costituenti il tipo di giunto adottato;



- sigillatura e ripresa della pavimentazione con miscela di asfalto colato, carreggiabile, colato a caldo.

### IN METALLO

Sono costituiti da una lamiera in acciaio inox fissata tramite chiodi ad un lato del giunto. Dall'altra parte del giunto la lamiera è libera di scorrere e permettere il movimento reciproco delle due porzioni di struttura. La lamiera è in grado di resistere, laddove necessario, ai carichi indotti dal traffico soprastante. La lamiera sarà ricoperta da uno strato impermeabilizzante.

### A PETTINE

Sono ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici aventi configurazione a pettine tra loro complementare. Questi due elementi, fissati ognuno alla relativa testata, garantiscono, grazie ad un'ideale compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza delle dilatazioni/contrazioni richieste al giunto. La caratteristica di questi coprigiunti è la necessità di richiedere una particolare attenzione sia nell'allineamento in fase di posa che nell'ancoraggio alla testata, inoltre permette spostamenti trasversali piuttosto limitati.

### A TAMPONE

Sono costituiti da una parte inferiore destinata all'impermeabilizzazione ed al drenaggio delle acque, una parte centrale costituita da un elemento di supporto della pavimentazione e resistente ai carichi indotti dal traffico soprastante, e una parte superiore destinata a rendere transitabile la zona del giunto realizzata da un tampone in conglomerato bituminoso chiuso, perfettamente saldato al sottofondo e ai fianchi, impermeabile, atto a permettere le movimentazioni dell'impalcato deformandosi senza sconnettersi e senza perdere l'impermeabilità.

## **3.12. IMPERMEABILIZZAZIONE IN GENERALE**

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

Al fine di garantire la massima durabilità delle opere e contenere gli oneri di manutenzione derivanti da una cattiva posa dell'impermeabilizzazione, il Committente porrà la massima attenzione a che la posa venga eseguita a regola d'arte e si riserva comunque di far effettuare controlli di qualità relativamente alla posa da un Ente di Certificazione esterno.



L'Appaltatore dovrà procedere a stipulare con una primaria Compagnia Assicuratrice una polizza a copertura di tutti i danni che dovessero derivare da difetti del materiale o da errori di posa in opera della impermeabilizzazione. La durata della polizza sarà decennale.

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.





### **3.13. DRENAGGI - RACCOLTA E SOLLEVAMENTO ACQUE CHIARE**

#### **3.13.1. GENERALITÀ**

L'impianto in oggetto dovrà garantire il drenaggio delle acque meteoriche, delle acque di infiltrazione e delle acque di lavaggio.

Tali opere di drenaggio dovranno essere realizzate in stretto coordinamento con le opere degli impianti meccanici.

Durante tutta la durata del cantiere, è altresì onere dell'Appaltatore mettere in atto sistemi provvisori per assicurare lo smaltimento delle acque, meteoriche o di falda, provenienti dagli scavi inerenti la costruzione delle opere stradali e dei manufatti.

#### **3.13.2. RACCOLTA DELLE ACQUE – PRESCRIZIONI SUI MATERIALI E SULLE OPERE DEFINITIVE**

Per le strutture a "U" di contenimento della carreggiata stradale, la galleria artificiale e i manufatti di servizio (US1, US2 e Vasca di aggettamento rotatoria Merezate) dovrà essere realizzata una rete di raccolta per il drenaggio di acque meteoriche, per le acque provenienti dagli impianti meccanici (presenti in alcuni manufatti) e/o d'infiltrazione.

Le tubazioni in vista all'interno dei manufatti relative all'impianto di sollevamento dovranno essere realizzate in ghisa centrifugata, mentre le tubazioni annegate nelle strutture o nei sottofondi saranno realizzate in PEAD.

Non sono ammesse tubazioni di PEAD in vista o comunque non annegate.

Le tubazioni in ghisa saranno del tipo in ghisa centrifugata, dovranno rispondere alla norma ISO 6594, saranno complete di pezzi speciali quali braghe, curve, raccordi, ispezioni ecc., complete di giunti a collare in acciaio inox 18/8 con viti e piastrine galvanizzate e manicotto interno in elastomero, finitura esterna con vernice antiossidante e finitura interna a base di resine epossidiche.

Le tubazioni in vista devono essere sostenute da mensole in profilato di acciaio del tipo zincato a caldo, con sezioni variabili a seconda dei carichi.

Tutti gli accessori di montaggio (dadi a martello, piastre e viti) dovranno essere del tipo STEX a scatto rapido per rapidità di installazione e smontaggio.



I collari di supporto dovranno essere del tipo con fascetta zincata e gommata in EPDM/SBR, il dado di connessione dovrà essere a doppio attacco filettato per maggiore versatilità di montaggio e le due viti di serraggio dovranno restare sempre collegate al collare, e ruotare in modo da rendere il montaggio e lo smontaggio rapido ed agevole.

Le tubazioni in PEAD saranno secondo le norme della serie UNI EN 13476 con classe classe di rigidità SN 4 kN/m<sup>2</sup>, complete di pezzi speciali quali curve, braghe, riduzioni, raccordi ecc.

I pozzetti dovranno essere realizzati in cemento gettato in opera o di tipo prefabbricato, con caditoia in ghisa sferoidale, di classe D400 secondo UNI-EN-124 con superficie di scarico non inferiore a 1100 cmq, per la raccolta delle eventuali acque del piano di posa.

Le tubazioni suborizzontali colleganti i pozzetti dovranno essere posate con pendenza minima del 2‰.

Le pavimentazioni nelle quali saranno posti i pozzetti di raccolta acqua con chiusino a biscotto, dovranno avere pendenze minime per convogliare le eventuali acque verso i pozzetti stessi.

Le superfici interne di fondo e laterali di tutte le vasche di raccolta, saranno protette mediante pitturazione con resine epossidiche.

### **3.14. PREDISPOSIZIONI PER I COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI DI MESSA A TERRA**

#### **3.14.1. GENERALITÀ**

L'attività dovrà essere coordinata con l'Appaltatore esecutore degli impianti elettrici al fine di realizzare un impianto regola d'arte e secondo la prescrizioni della parte Impianto Elettrici del Capitolato Speciale.

#### **3.14.2. IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

Il collegamento degli elementi in carpenteria metallica alla rete di terra principale deve avvenire nel rispetto delle normative vigenti e può essere stabilito o direttamente o utilizzando le armature delle strutture in cemento.

In questo secondo caso al fine di realizzare l'impianto di messa a terra è indispensabile che nelle fasi costruttive delle opere edili l'Appaltatore coordini gli interventi dell'installatore dell'impianto elettrico con le attività del costruttore delle opere civili, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-12.



Come ammesso dalle norme CEI 64-8 e 11.1 i ferri dell'armatura del calcestruzzo armato dovranno essere utilizzati per l'esecuzione dell'impianto di terra come "dispersori di fatto". Si indicano nel seguito alcune operazioni cui l'Appaltatore dovrà attenersi per una corretta utilizzazione dei citati ferri d'armatura:

- nel caso di plinti di pilastri e di platee di fondazione è indispensabile portare all'esterno dei plinti e/o delle platee un conduttore (ad esempio tondino ferro Ø 12 mm) di sufficiente lunghezza per le successive operazioni di connessione con gli altri elementi del "dispersore di fatto";
- nel caso di utilizzo di plinti prefabbricati a bicchiere è opportuno chiedere al costruttore la predisposizione di un collegamento fra i ferri dell'armatura della struttura in elevazione ed un punto accessibile dall'esterno (ad esempio piastra metallica).

Si precisa che prima della gettata è indispensabile saldare o collegare mediante morsetti il conduttore citato nei casi precedenti ad almeno due o più ferri principali dell'armatura e che in sostituzione di tale conduttore si può utilizzare una piastra metallica sempre saldata/collegata ai ferri dell'armatura.

Dovendo già realizzare un impianto di terra di protezione contro i contatti indiretti (come sopra descritto) l'Appaltatore dovrà eseguire alcuni interventi supplementari per consentire l'utilizzo di tale impianto per la protezione contro i fulmini, ove richiesto, in accordo con le prescrizioni della norma CEI 81-10.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, predisporre idonei "piastre/conduttori" terminali in corrispondenza dei pilastri e plinti al fine di consentire la successiva misura della corretta esecuzione dell'intero impianto di messa a terra e protezione contro le scariche atmosferiche.

Infatti i ferri, secondo la normativa vigente, possono essere impiegati come captatore, calate (o dispersori, per la parte interrata) purché sia realizzata (e mantenuta nel tempo) la continuità elettrica tra gli stessi.

Si precisa che, in accordo alla citata norma CEI 64-12, i ferri dell'armatura sono considerati elettricamente continui se vengono saldati o se connessi mediante morsetti o manicotti del tipo speciale per impianti di terra.

In particolare l'appendice F del capitolo 3 della norma CEI 64-12 richiede:

- la continuità elettrica può essere ottenuta anche mediante sovrapposizione e legatura a regola d'arte edile con i ferri sovrapposti e legati per almeno 20 volte il diametro del ferro stesso con un minimo di 200 mm;
- il numero minimo di connessioni tra i ferri d'armatura di una struttura in calcestruzzo armato dipende dalle caratteristiche della struttura stessa; devono, comunque, essere in numero tale da garantire il valore di resistenza ammesso non superiore a 0,1  $\Omega$ , misurato fra due punti qualsiasi della struttura tra i quali è richiesta la continuità;
- l'uso di un solo ferro di armatura in genere non è sufficiente a garantire la continuità elettrica richiesta. L'uso di due o tre ferri in parallelo consente invece di ottenere valori di resistenza contenuti nel limite ammesso. Anche un numero minimo di interconnessioni fra i ferri orizzontali e quelli verticali pari almeno al 50% del totale degli incroci tra i ferri, consente di ottenere valori di resistenza contenuti nel limite ammesso;



- è anche preferibile, in certe condizioni di realizzazione del calcestruzzo armato, evitare l'utilizzo diretto dei ferri, integrandoli prima del getto con elementi intenzionali (per esempio: ferri aggiuntivi continui);
- quando parti di strutture in calcestruzzo armato prefabbricate vengono usate per la costruzione di impianti di protezione dai fulmini (per esempio: come elementi del dispersore o come conduttori ad anello per l'equipotenzialità) opportuni collettori (piastre, morsetti) devono essere posizionati sulle varie parti dell'armatura del calcestruzzo prefabbricato per permettere successivamente, in modo semplice, l'interconnessione tra l'armatura sulle varie parti del calcestruzzo armato prefabbricato e l'armatura della struttura; la posizione e la forma dei collettori devono essere stabilite durante la costruzione delle varie parti del calcestruzzo armato prefabbricato;
- quanto la struttura comprende sezioni con giunti di dilatazione termici per consentire assestamenti delle varie sezioni della struttura, i collegamenti tra le varie sezioni della struttura devono passare attraverso i giunti di dilatazione.