

AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



PROGETTO DEFINITIVO DELLA NUOVA CALATA AD USO
CANTIERISTICA NAVALE ALL'INTERNO DEL PORTO PETROLI
DI GENOVA SESTRI PONENTE E DELLA SISTEMAZIONE
IDRAULICA DEL RIO MOLINASSI

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PROGETTISTA INCARICATO DA COCIV



COMMESSA
 FASE
 LOTTO
 TIPO DOC.
 PROGR.
 REV.

PROGETTAZIONE

Rev.	Descrizione Emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA  Dott. Ing. S. Susani
A	Prima Emissione	Polli	30/09/2014	Lo Turco	30/09/2014	Susani	30/09/2014	
B	Recepimento Progetto di Risoluzione Oleodotti	Polli	05/12/2014	Lo Turco	05/12/2014	Susani	05/12/2014	

VERIFICATO:

VALIDATO: AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA

IL RUP		ASSISTENTI AL RUP	
Dott. Ing. A. Pieracci		Dott. Geol. G Canepa Geom. I. Dellepiane Geom. G. Di Luca P.I. F. Piazza Dott. Ing. D. Sciutto Dott. Ing. M. Vaccari Dott. Ing. C. Vincenzi	

INDICE

CAPO I - Oggetto dell'appalto e principali dimensioni delle opere	5
Art. 1. Oggetto dell'Appalto	5
Art. 2. Ammontare dell'Opera	5
Art. 3. Modalità di Aggiudicazione	7
Art. 3. 1. Criteri di Aggiudicazione.....	7
Art. 4. Condizioni di Ammissibilità alla Gara	9
Art. 5. Forma e Principali Dimensioni delle Opere	10
Art. 6. Forma e Principali Dimensioni delle Opere	10
CAPO II – Modalità di Esecuzione del Lavoro	11
Art. 7. Legge e Normativa di Riferimento	11
Art. 8. Condizioni comuni a tutti i lavori e materiali	11
Art. 9. Lavori eventuali non previsti	11
Art. 10. Qualità, caratteristiche e provenienza dei materiali e dei prodotti	12
Art. 11. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento.....	12
Art. 12. Mano d'opera.....	12
Art. 13. Segnalamenti.....	13
Art. 14. Tracciamenti	13
Art. 15. Livello Medio del Mare.....	13
Art. 16. Allestimento del Cantiere.....	13
Art. 16. 1. Cartello di cantiere.....	14
Art. 16. 2. Continuità' del transito	14
Art. 16. 3. Segnaletica di cantiere ed opere accessorie	14
Art. 17. Mezzi d'opera e Attrezzature da impiegare.....	15
Art. 14. 1. Noli.....	15
Art. 18. Interruzione di lavoro o spostamento da una zona di lavoro ad un'altra.....	16
Art. 19. Aree di Stoccaggio, di Parcheggio e di Stazionamento dei Mezzi Marittimi	16
Art. 20. Piazzola Lavaggio Ruote.....	16
Art. 21. Dragaggi	17
Art. 22. Sistema di Contenimento Antitorbidità	17
Art. 23. Relitti, bonifica ordigni bellici, mine ed oggetti imprevisi	18
Art. 24. Monitoraggio archeologico delle attività di dragaggio	18
Art. 25. Demolizioni	19
Art. 26. Scavi.....	19
Art. 27. Imbasamenti	20
Art. 28. Opere in c.a.	20



Art. 28. 1.	Dalle prefabbricate	43
Art. 28. 2.	Aspetti Integrativi relativi ai Cassoni cellulari	43
Art. 28. 3.	Aspetti integrativi relativi alle Sovrastrutture di Banchina gettate in opera	45
Art. 28. 4.	Aspetti Integrativi relativi ai Massi Serraglia.....	45
Art. 29.	Opere in acciaio da carpenteria	46
Art. 29. 1.	Elementi di Carpenteria Metallica.....	46
Art. 29. 2.	Protezioni Superficiali (Zincatura e Verniciatura)	57
Art. 29. 3.	Grigliati e lamiere.....	62
Art. 30.	Rinfianchi dei Cassoni cellulari.....	62
Art. 31.	Assestimetri a piastra	62
Art. 32.	Inclinometri	62
Art. 33.	Telo Impermeabile.....	63
Art. 34.	Arredi di Banchina	63
Art. 35.	Gestione delle Acque di Sfiore durante il riempimento della cassa di colmata.....	64
Art. 36.	Fognature Piazzali di Banchina.....	64
Art. 37.	Trattamento acque di prima pioggia.....	65
Art. 38.	Pavimentazioni per il Piazzale della Cassa di Colmata	65
Art. 39.	Esecuzione di attraversamenti interrati con sistema oleodinamico (spingitubo).....	74
Art. 40.	Jet grouting	75
Art. 41.	Micropali	77
Art. 42.	Barre autoperforanti.....	79
Art. 43.	Palancolati	79
Art. 44.	Barriere e parapetti.....	83
Art. 45.	Cabine elettriche prefabbricate parzialmente assemblata in stabilimento	86
Art. 46.	Fondazioni e manti stradali	87
Art. 47.	Membrana impermeabilizzante in teli.....	88
Art. 48.	Monitoraggio dei cedimenti durante le fasi di realizzazione delle colonne in jet grouting e delle sottomurazioni.	89
CAPO III – Progettisti e Requisiti dei Progettisti		91
Art. 49.	Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi	91
Art. 50.	Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva	92
Art. 51.	Requisiti dei progettisti	92
Art. 52.	Strumenti a disposizione dei progettisti.....	92
CAPO IV - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto		93
Art. 53.	DURC	93
Art. 54.	AVVALIMENTO	93
Art. 55.	LEGGE SULLA TRASPARENZA ATTI PUBBLICI.....	93



Art. 56.	SERVITÙ INERENTI ALLE ZONE DI LAVORO	93
Art. 57.	PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI	93
Art. 58.	OSSERVANZA DEL CG E DI PARTICOLARI DISPOSIZIONI DI LEGGE	93
Art. 59.	DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO	94
Art. 60.	CAUZIONE DEFINITIVA	94
Art. 61.	POLIZZA DI ASSICURAZIONE	94
Art. 62.	DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	95
Art. 63.	CONSEGNA DEI LAVORI.....	95
Art. 64.	TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI - PENALE PER RITARDO	95
Art. 65.	PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA.....	95
Art. 66.	RESTITUZIONE DELLE AREE	95
Art. 67.	PAGAMENTI IN ACCONTO.....	96
Art. 68.	NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI	96
Art. 69.	CONTO FINALE	96
Art. 70.	CERTIFICATO DI COLLAUDO PROVVISORIO.....	96
Art. 71.	GARANZIA	96
Art. 72.	DANNI ALLE OPERE	97
Art. 73.	DANNI DI FORZA MAGGIORE.....	97
Art. 74.	DIFETTO DI COSTRUZIONE	97
Art. 75.	DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE	97
Art. 76.	STANDARDIZZAZIONE ED UNIFICAZIONE	97
Art. 77.	ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELLO APPALTATORE E RESPONSABILITÀ.....	98
Art. 78.	DISPOSIZIONI GENERALI AI PREZZI DEI LAVORI	101
Art. 79.	DOCUMENTAZIONE TECNICA ALLA D.L.	101



CAPO I - Oggetto dell'appalto e principali dimensioni delle opere

Art. 1. Oggetto dell'Appalto

L'appalto è relativo alla Progettazione Esecutiva e alla Costruzione di una nuova calata ad uso cantieristico navale nell'area del Porto di Genova-Multedo e del nuovo canale idraulico necessario per la messa in sicurezza del tratto terminale urbano del Rio Molinassi dall'altezza di Piazza Claverino (Genova) fino alla foce.

Il progetto consiste nella creazione di una nuova piattaforma industriale, ubicata tra il pontile Delta del Porto Petroli e l'area Fincantieri a Sestri Ponente, per il trasferimento delle attività industriali attualmente collocate a nord della ferrovia. L'intervento consente di migliorare la logistica delle aree cantieristiche che, in tale modo, risulterebbero tutte concentrate lungo il lato mare del tracciato ferroviario, così determinando un utilizzo più efficace e razionale delle aree industriali.

L'area oggetto di riempimento è interessata dalla foce di un rio, denominato rio Molinassi, che attualmente presenta una situazione di elevata pericolosità per insufficienza delle sezioni e che, nell'ambito degli interventi in progetto, verrà deviato nel tratto terminale, adeguandone al contempo la sezione idraulica.

Art. 2. Ammontare dell'Opera

L'importo complessivo dei lavori a corpo, degli oneri della sicurezza e della progettazione esecutiva compresi nell'appalto ammonta ad Euro 70'422'228.19 dei quali Euro 1'752'768.63 oneri della sicurezza non soggetti a ribasso (di cui 675'903.62 di tipo diretto e 1'076'865.99 di tipo speciale) e Euro 485'000 per la progettazione esecutiva soggetti a ribasso.

L'importo totale dell'appalto soggetto a ribasso ammonta pertanto ad Euro 68'669'458.58.

Ai sensi del DPR 34/2000 si indicano le categorie dei lavori; ai sensi del regolamento CE n 2195/2002 del parlamento europeo e del consiglio del 5 Novembre 2002 relativo al vocabolario comune per gli appalti pubblici (CPV) si identificano i seguenti codici dei lavori:

CATEGORIE DEI LAVORI SOA	DESCRIZIONE	Euro	%
<u>categoria prevalente</u>			
OG7	opere marittime	€ 35'321'416.62	49.42%
<u>categorie scorporabili</u>			
OG6	acquedotti, oleodotti	€ 10'455'839.08	14.63%
OG8	opere fluviali	€ 10'182'695.05	14.25%
OG10	trasmissione energia elettrica	€ 240'000.00	0.34%
OS1	lavori in terra	€ 5'117'793.00	7.16%
OS21	strutture speciali	€ 5'439'512.29	7.61%
OS23	demolizioni	€ 3'550'894.96	4.97%
OS29	armamento ferroviario	€ 1'170'540.00	1.64%
	TOTALE	€ 71'478'691.00	100.00%



CODICE CPV	DESCRIZIONE
45244000-9	Lavori di costruzione marina
45233140-2	Lavori stradali
45231200-7	Lavori di costruzione di oleodotti e di gasdotti
45246000-3	Lavori di regolazione di corsi d'acqua e di controllo delle piene
45231000-5	Lavori di costruzione di condutture, linee di comunicazione e
71313450-4	Monitoraggio ambientale per la costruzione
45112000-5	Lavori di scavo e movimento terra
45223810-7	Costruzioni prefabbricate
45223210-1	Lavori di costruzione di strutture metalliche
45262212-0	Lavori di consolidamento di scavi
45111100-9	Lavori di demolizione
45234100-7	Lavori di costruzione ferroviari
45231100-6	Lavori generali di costruzione di condutture

Ai sensi della legge 143/1949, 143/1958, del DM 4 Aprile 2001 e Decreto ministeriale 31 ottobre 2013, n. 143 si procede al calcolo degli oneri della progettazione esecutiva soggetti a ribasso d'asta e da ritenersi accettati dall'Impresa al momento della presentazione dell'offerta ai sensi del DL 223/2006 e dell'art. 92 comma 2 primo periodo del DL 163/2006 e s.m. e i.:

VOCE	CLASSE (L.143/49)	CATEGORIA	V=IMPORTO OPERE (Euro)	G	Q	P	ONERI PROGETTAZIONE ESECUTIVA
VII	a	Bonifiche ed irrigazioni a deflusso naturale, sistemazione di corsi d'acqua e di bacini montani	€ 16'267'528.71	0.45	0.22	0.04	€ 69'324.66
VII	c	Opere di navigazione interna e portuali	€ 38'149'055.42	0.65	0.22	0.04	€ 214'268.28
III	a	Impianti	€ 10'504'267.89	0.75	0.28	0.05	€ 101'843.98
IX	b - c	Dighe, Conche, Elevatori, Opere di ritenuta e di difesa, rilevati, colmate. Gallerie, Opere sotterranee e subacquee, Fondazioni speciali.	€ 5'430'612.18	1.05	0.31	0.05	€ 87'483.01
							TOT: € 472'919.94
Spese al 10%							TOT: € 520'211.93



Art. 3. Modalità di Aggiudicazione

L'affidamento dei lavori a base d'appalto avverrà mediante procedura ristretta secondo la tipologia di cui all'art. 53 comma 2. b) del D. Lgs.163/2006, quindi il contratto avrà per oggetto la progettazione esecutiva e l'esecuzione dei lavori sulla base del progetto definitivo dell'amministrazione aggiudicatrice e tale contratto sarà stipulato a corpo.

L'aggiudicazione sarà effettuata con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi del combinato disposto dell'art.83 del D. Lgs. 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i. e dell'art.120 del Regolamento. La valutazione delle offerte sarà eseguita da una Commissione Giudicatrice, costituita secondo le modalità indicate nell'art.84 del D. Lgs. 12 aprile 2006, n.163.

Art. 3. 1. Criteri di Aggiudicazione

Il calcolo dell'offerta economicamente più vantaggiosa sarà effettuata con il metodo aggregativo-compensatore; la valutazione dell'offerta sarà pertanto effettuata con la seguente formula:

$$C_{(a)} = \sum_n [W_i * V_{(a) i}]$$

dove:

$C_{(a)}$ = indice di valutazione dell'offerta (a);

n = numero totale dei requisiti

W_i = peso o punteggio attribuito al requisito (i);

$V_{(a) i}$ = coefficiente della prestazione dell'offerta (a) rispetto al requisito (i) variabile tra zero ed uno;

\sum_n = sommatoria.

Il punteggio massimo attribuito alla Commissione Giudicatrice è pari a punti 100 (cento), suddivisi come di seguito:

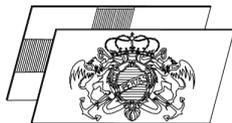
- **ELEMENTI QUALITATIVI PUNTI 70 (SETTANTA)**
- **ELEMENTI QUANTITATIVI PUNTI 30 (TRENTA)**

L'offerta economicamente più vantaggiosa sarà valutata in base ai criteri indicati di seguito:

- Criteri di ponderazione: **merito tecnico/qualitativo 70/100 punti** suddivisi per i seguenti aspetti:
Valore tecnico delle soluzioni migliorative di:

CRITERI E SUB CRITERI	PESI DI PONDERAZIONE	SUB PESI
CR.1 - Piano di cantierizzazione(*)	Punti 70	
a) Organizzazione finalizzata alla minimizzazione delle interferenze con i Soggetti interferiti dall'intervento		Punti 40
b) Sicurezza		Punti 30
Totali		Punti 70

(*) Il Piano di Cantierizzazione dovrà essere costituito da una relazione composta da almeno 10 fogli formato A4 e da almeno 2 fogli formato A3 raffiguranti gli schemi di cantierizzazione e le misure per la sicurezza.



Ai fini della valutazione delle offerte tecniche, i punteggi saranno espressi con due cifre decimali e saranno determinati applicando i seguenti coefficienti di valore:

Eccellente – 1,00	Mediocre – 0,50
Ottimo – 0,90	Insufficiente – 0,40
Distinto – 0,80	Gravemente insufficiente – 0,30
Buono – 0,70	Scarso – 0,20
Sufficiente – 0,60	Molto scarso – 0,10

Il punteggio di ogni singolo criterio sarà attribuito secondo la seguente formula:

$$P_x = \text{Coeff.} \times p_y$$

Dove:

P_x = punteggio ottenuto per ogni specifico criterio

Coeff. = coefficiente prescelto dalla Commissione, tra quelli in tabella, per la valutazione del criterio in esame;

x = segno moltiplicatore;

p_y = punteggio massimo previsto per il criterio in esame.

Gli elementi prescelti per la valutazione degli elementi quantitativi delle offerte sono indicati nella sottostante tabella:

- Criteri di ponderazione: **merito economico/quantitativo 30/100 punti** suddivisi per i seguenti aspetti:

CRITERI E SUB CRITERI	
CR. 2 - Prezzo offerto sull'importo dei lavori a base d'asta al netto degli oneri di sicurezza e comprensivo della progettazione esecutiva –	Punti 20
CR. 3 - Riduzione del tempo di esecuzione da documentarsi con cronoprogramma e relazione illustrativa composta da almeno 4 fogli formato A4 coerente con l'offerta e contrattualmente impegnativo per l'offerente -	Punti 10
Totali	Punti 30

Per il punteggio **CR. 2**, il concorrente dovrà presentare offerta esclusivamente in ribasso e specificare il prezzo offerto sull'importo del lavoro a base di gara, comprensivo della progettazione esecutiva, al netto degli oneri della sicurezza.

Per il punteggio **CR. 3**, il concorrente dovrà presentare il tempo di esecuzione dell'appalto espresso in giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Per il punteggio **CR. 2**, il concorrente dovrà presentare offerta esclusivamente in ribasso e specificare il prezzo offerto sull'importo del lavoro a base di gara, comprensivo della progettazione esecutiva, al netto degli oneri della sicurezza.

Per il punteggio **CR. 3**, il concorrente dovrà presentare il tempo di esecuzione dell'appalto espresso in giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

Ai fini della valutazione delle offerte, i punteggi saranno espressi con le seguenti formule:

- **CR. 2 :**



$$CR. 2_i = 20 \times P_{\min} E.1 / P_i E.1$$

Dove:

CR. 2_i = valore del punteggio attribuito al concorrente i-esimo

P_{min} E.1 = importo totale più basso offerto tra tutti i concorrenti

P_i E.1 = importo totale del concorrente i-esimo

▪ **CR. 3 :**

$$CR. 3_i = 10 \times T_{\min} / T_i$$

Dove:

CR. 3_i = valore del punteggio attribuito al concorrente i-esimo

T_{min} = tempo di esecuzione dell'appalto minimo tra quelli presentati dalle varie ditte offerenti

T_i = tempo di esecuzione presentato dal concorrente i-esimo

Art. 4. Condizioni di Ammissibilità alla Gara

L'Impresa dovrà presentare una dichiarazione con la quale attesti:

- Una dichiarazione da cui risulti che l'Impresa abbia svolto un accurato sopralluogo dell'area oggetto dell'intervento, che abbia preso visione di tutte le circostanze generali e particolari che possono influire sull'esecuzione dell'opera e di aver ritenuto le condizioni tali da consentire l'esecuzione dell'opera. **Tale sopralluogo verrà eseguito in presenza della Direzione dei lavori solo se richiesto dall'Impresa**, previa acquisizione da parte dell'Impresa di tutte le autorizzazioni e permessi necessari per l'ingresso in porto;
- la disponibilità, per tutta la durata dei lavori, dei mezzi d'opera terrestri necessari all'esecuzione delle opere, secondo le prescrizioni del presente Capitolato, ed idonei a consentire l'ultimazione entro i limiti di tempo contrattualmente previsti;
- la perfetta efficienza e la possibilità di pronto impiego dei mezzi dei quali afferma di avere la disponibilità e di poter integrare prontamente tali mezzi se la Direzione Lavori li giudicasse insufficienti per le esigenze del lavoro;
- di aver preso conoscenza delle opere da eseguire, di aver visitato la località interessata dai lavori e di aver accertato le condizioni di viabilità e di accesso, nonché gli impianti che la riguardano;
- che, potendo egli disporre di tutti i mezzi d'opera e di quanto altro occorre per gli impianti di qualunque specie ed entità, rinuncia nel modo più assoluto ad ogni pretesa di indennità o compenso, a quanto eccede i lavori oggetto del presente Capitolato Speciale.
- di aver valutato, nel formulare l'offerta, tutte le circostanze ed elementi che influiscono tanto sul costo dei materiali, quanto sul costo della mano d'opera, dei noli e dei trasporti;
- di aver considerato la distanza delle cave di prestito esistenti e le condizioni di operabilità delle stesse per la durata e l'entità dei lavori;
- di aver considerato la distanza delle discariche autorizzate e le condizioni imposte dagli organi competenti.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi non valutati o non considerati, tranne che tali nuovi elementi si configurino come cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile (e non escluse da altre norme del presente Capitolato).



Le dichiarazioni del presente articolo formano parte integrante del contratto senza di che l'Amministrazione non sarebbe arrivata alla stipulazione del contratto stesso.

Art. 5. Forma e Principali Dimensioni delle Opere

La forma e le dimensioni delle opere, che formano oggetto dell'appalto, risultano dai disegni di progetto allegati al contratto.

Art. 6. Forma e Principali Dimensioni delle Opere

L'Amministrazione si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti che riterrà opportune, nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel vigente Capitolato generale approvato con Decreto del Ministero dei LLPP 19 aprile 2000 n. 145 e nel presente Capitolato speciale.



CAPO II – Modalità di Esecuzione del Lavoro

Art. 7. Legge e Normativa di Riferimento

I lavori oggetto dell'appalto dovranno essere eseguiti nel rispetto della Legge e della normativa in vigore: DL 163/06 e DPR 207/10.

Art. 8. Condizioni comuni a tutti i lavori e materiali

Per quanto concerne la qualità, la provenienza, le modalità di esecuzione e di misurazione di ogni categoria di lavoro valgono anche le prescrizioni contenute nel "Capitolato Speciale tipo per appalti di Lavori marittimi" edito a cura del Genio Civile, anche se non allegato nel presente Capitolato e per quanto non in contrasto con quanto diversamente specificato negli articoli successivi del presente capitolato.

L'esecuzione di tutti i lavori verrà condotta, con la massima precisione, secondo i disegni di progetto e le indicazioni verbali e scritte, fornite dalla Direzione dei Lavori a tale scopo, con materiali di qualità scelta, delle dimensioni, lavorazioni e provenienze prescritte, mettendo in pratica tutte le norme e migliori regole che l'arte prescrive e seguendo tutte le ordinazioni ed i suggerimenti che nei singoli casi saranno dati dalla Direzioni dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà inoltre osservare tutte le norme singolarmente indicate nel Capitolato.

Gli eventuali maggiori lavori o somministrazioni eseguiti senza la preventiva autorizzazione, non verranno contabilizzati. Lo stesso dicasi per i lavori che non fossero stati eseguiti a perfetta regola d'arte.

L'Appaltatore sarà obbligato a notificare in tempo utile al Direttore dei Lavori, per la loro accettazione, la provenienza di tutti i materiali da impiegare nell'esecuzione dei lavori, nonché dei materiali in provvista. Tutte le spese per la sperimentazione dei materiali saranno a carico dell'Appaltatore, il quale è anche tenuto a fornire campioni oppure produrre campionature "in loco".

L'Appaltatore dovrà anche, a richiesta della Direzione, produrre le fatture originali delle case fornitrici dei materiali, restando in facoltà della Direzione Lavori di escludere, a suo insindacabile giudizio, quelle provenienze che non ritenesse adeguate.

Sarà a cura e spese dell'Appaltatore provvedere a riparare e proteggere i materiali e le attrezzature affinché questi non siano danneggiati.

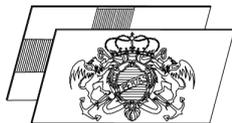
Per quanto riguarda la contabilizzazione dei lavori a misura, nei risultati finali dello sviluppo di ogni singola formula si terrà conto delle sole due cifre decimali. Si dovrà aumentare la seconda cifra decimale di una unità se la cifra seguente è uguale o superiore a 5, si dovrà lasciarla tale quale se la cifra seguente è inferiore a 5.

I prodotti rappresentanti gli importi di ogni singola categoria di lavoro verranno arrotondati al centesimo di euro.

Art. 9. Lavori eventuali non previsti

Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi, o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi con le norme dell'art.163 del Regolamento approvato con DPR n. 207/2010, ovvero si provvederà in economia con operai, o si provvederà con operazioni di provvista e posa in opera in economia.

Il prezzo di esecuzione delle lavorazioni di cui sopra farà riferimento al prezzario della Stazione appaltante se contenente le lavorazioni delle nuove categorie di lavoro o, in alternativa, al prezzario della camera di commercio della Liguria per le categorie di lavorazione non contenute nel prezzario della Stazione appaltante.



Ai sensi art.161 comma 6 del DPR 207/2010 l'appaltatore è tenuto ad eseguire le variate opere agli stessi patti prezzi e condizioni del contratto originario fino alla concorrenza di un quinto dell'importo dell'appalto. In tale caso, per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi si dovrà fare specifico riferimento al prezzario della Stazione appaltante disponibile in visione su specifica richiesta anche in fase di gara. L'applicazione dei prezzi indicati nel prezzario della Stazione appaltante sarà inderogabile indipendentemente dalla quantità delle nuove lavorazioni.

Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei alle opere da eseguirsi e provvisti dei necessari attrezzi.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servizio e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.

I mezzi di trasporto per le opere in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.

Art. 10. Qualità, caratteristiche e provenienza dei materiali e dei prodotti

In genere i materiali occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché gli stessi siano accettati ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e siano rispondenti ai requisiti di cui ai seguenti articoli.

Anche una volta accettati, resta sempre all'Appaltatore la piena responsabilità dei materiali e dei prodotti utilizzati, infatti l'Appaltatore è tenuto a controllare che tutti i materiali ed i prodotti impiegati abbiano caratteristiche corrispondenti a quelle prescritte dal Progetto e a quelle dei campioni fatti esaminare.

Oltre alle norme contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, per la scelta ed accettazione dei materiali, nonché per l'esecuzione di lavori particolari, soggetti a speciali disposizioni, saranno applicabili tutte le norme ufficiali in vigore, ivi comprese quelle emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, alla cui osservanza l'Appaltatore è tenuto.

Art. 11. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento

Tutti i materiali di risulta di demolizioni e scavi resteranno di proprietà dell'Appaltatore ad eccezione di quelli che, a insindacabile giudizio della D.L. potranno essere riutilizzati.

Tutti i materiali non utilizzabili dovranno essere allontanati dal cantiere e conferiti in discarica autorizzata indicata dalla D.L. a cura e spese dell'Appaltatore (trasporto + onere).

Eventuali materiali contenenti amianto dovranno essere smaltiti, secondo le procedure indicate dalla vigente normativa, in apposite discariche secondo le direttive del D.L.

Art. 12. Mano d'opera

Gli operai per il lavoro in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti delle necessarie attrezzature, nonché dei dispositivi di sicurezza.

Nelle prestazioni di mano d'opera saranno seguite le disposizioni stabilite nelle leggi e dai contratti collettivi di lavoro stipulati e convalidati, a norma delle leggi sulla disciplina giuridica e dei rapporti collettivi.

Le frazioni di giornata verranno valutate ad ore.



Art. 13. Segnalamenti

Per l'esecuzione di tutti i lavori da eseguire si fa l'obbligo di osservare tutte le disposizioni di legge e delle prescrizioni impartite dal D.L. e dal C.S.E., in particolare per ciò che concerne il segnalamento dei lavori in corso, sia diurno che notturno. In particolare verranno posizionati idonei cancelli di chiusura atti a delimitare le aree di cantiere unitamente a recinzioni e cartellonistica e segnaletica orizzontale. L'onere dei segnalamenti di cui sopra resta a carico dell'Impresa appaltatrice dei lavori. Per l'esecuzione di tutti i lavori da eseguire in mare, si fa l'obbligo di osservare tutte le disposizioni di legge e delle prescrizioni impartite dalla Capitaneria di Porto, in particolare per ciò che concerne il segnalamento dei lavori in corso, sia diurno che notturno.

L'onere dei segnalamenti di cui sopra resta a carico dell'Appaltatore.

In ogni caso l'Appaltatore resta l'unico responsabile per gli eventuali danni che derivassero alla Stazione appaltante ed a terzi dalla mancanza o dall'errata posa dei segnalamenti, nonché dal loro mancato funzionamento, danneggiamento o scomparsa.

Art. 14. Tracciamenti

Resta esplicitamente convenuto che l'Impresa è tenuta ad eseguire a sua cura e spese tutte le necessarie operazioni di tracciamento delle opere, restando altresì obbligata alla conservazione degli elementi relativi, per tutta la durata dei lavori.

Nel caso in cui, a causa di errori di tracciamento, la realizzazione delle opere ne sia inficiata, l'appaltatore non potrà invocare a proprio scarico di responsabilità le verifiche fatte dai funzionari della stazione appaltante e sarà obbligato ad eseguire a sue spese tutti i lavori che la Direzione dei Lavori ordinerà a proprio insindacabile giudizio per le necessarie correzioni, qualunque ne sia l'estensione, compresa anche la totale demolizione e ricostruzione delle opere.

Art. 15. Livello Medio del Mare

Le quote indicate nel presente Capitolato e nei disegni di progetto allegati s'intendono riferite al livello medio del mare.

Per determinare praticamente detto livello, ogni volta che occorra, l'Impresa dovrà riferirsi al caposaldo fornito dall'Amministrazione.

L'Impresa riporterà e fisserà detta media sopra capisaldi stabiliti in contiguità dell'opera (ed è tenuta altresì al controllo frequente dei capisaldi stessi).

Art. 16. Allestimento del Cantiere

Tutti gli oneri dipendenti dall'allestimento di cantiere, dallo smontaggio, dal successivo rimontaggio e dall'onere derivante dalla costruzione in fasi, nonché delle occupazioni temporanee, dei cartelli di segnalazione e delle lanterne s'intendono compensati, senza eccezioni, con la somma a corpo offerta in fase di gara.

In particolare, se non diversamente indicato, tutte le lavorazioni si intendono comprensive dei costi indiretti di cantiere dovuti ad attrezzature e che comprendono:

- la recinzione, le strade di servizio di cantiere;
- il montaggio e lo smontaggio delle gru;
- il montaggio e lo smontaggio dell'impianto di betonaggio;



- l'allaccio ai pubblici servizi;
- i baraccamenti e altri servizi logico assistenziali sanitari;
- i ponteggi;
- in generale i dispositivi di sicurezza, atti a garantire il rispetto delle Norme per la Salute e Sicurezza dei lavoratori.

Art. 16. 1. Cartello di cantiere

L'appaltatore deve predisporre ed esporre almeno un cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell'1 giugno 1990, n. 1729/UL, corredato di idonea documentazione fotografica e/o grafica, curandone i necessari aggiornamenti periodici, entro 5 gg. dal Verbale di Consegna dei Lavori.

L'appaltatore deve predisporre ed esporre un numero maggiore di cartelli, qualora ritenuto necessario dal Direzione Lavori o dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

Art. 16. 2. Continuità' del transito

L'impresa durante i lavori ha l'obbligo di mantenere la continuità del transito sulla linea ferroviaria Genova Ventimiglia e su entrambe i sensi di marcia di via Merano (tre corsie da alternare in funzione dei flussi di traffico) , consentendo la svolta in via Sant'Alberto dell'autobus interurbano, come illustrato negli elaborati di progetto relativi alla viabilità provvisoria di via Merano. In ogni caso i piani di cantierizzazione dovranno essere concordati con polizia municipale (viabilità pubblica) e Autorità Portuale (Sedime portuale).

Tutti gli oneri cagionati all'impresa dal pubblico transito sulla strada, durante la sua costruzione, sono compensati con la somma a corpo offerta in fase di gara.

Il fascio di binari a nord della linea Genova-Ventimiglia può essere temporaneamente interrotto secondo le modalità descritte negli elaborati.

Art. 16. 3. Segnaletica di cantiere ed opere accessorie

Sono a totale carico dell'impresa gli oneri per:

- la recinzione, segnaletica e segnalazione -sia di giorno che di notte- degli sbarramenti, del cantiere, delle deviazioni di traffico;
- garantire l'accessibilità agli edifici dei mezzi di soccorso, pedoni e veicoli;
- il mantenimento in ogni tempo delle condizioni di sicurezza, sia per la pubblica incolumità che per il traffico, di tutti i cantieri in consegna;
- l'allontanamento di ogni risulta.

Il prezzo offerto per il presente articolo comprende e compensa tutti gli oneri legati alla fornitura in opera della segnaletica che si rendesse necessaria a giudizio della Direzione Lavori per la regolamentazione del traffico. Il prezzo offerto comprende e compensa inoltre anche ogni onere per:

- montaggio e smontaggio
- eventuali noli per tutta la durata contrattuale dei lavori
- manutenzione e controllo
- guard-rail provvisori, in acciaio, calcestruzzo, plastica (zavorrati con acqua), ecc. atti a delimitare le zone di lavoro, la parte carrabile, e la parte pedonale, per garantire la sicurezza dei lavoratori e degli utenti;



- modificazione, spostamento, nuova organizzazione del sistema dei controlli e della regolazione degli accessi e della separazione aree di lavoro-area di transito carrabile-area di transito pedonale.

Detti accessori dovranno essere comprensivi di ogni onere per garantire la loro stabilità e potranno essere spostati durante l'andamento di lavori per esigenze connesse al cantiere ovvero per ordine della Direzione Lavori.

Art. 17. Mezzi d'opera e Attrezzature da impiegare

Dovrà essere disponibile un impianto dedicato alla prefabbricazione dei cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato di progetto. Data la limitata disponibilità di spazio nell'area, situata a lato del Terminal di Genova-Voltri, individuata per il cantiere di prefabbricazione, si ritiene che un impianto di prefabbricazione galleggiante sia da preferire.

Per il trasporto dei cassoni cellulari in C.A. tra il cantiere di prefabbricazione (a lato del Terminal di Genova-Voltri) e il Porto-Petroli di Genova-Multedo, dovranno essere utilizzati rimorchiatori con potenza indicativa non inferiore a 1000 CV.

Per il dragaggio al di sotto degli imbasamenti dei cassoni, si dovrà prevedere l'utilizzo di pontoni, motopontoni o motonavi con gru girevole a grappo da almeno indicativamente 80 t di portata e/o escavatori a bordo del pontone con braccio idoneo al salpamento di scogliera fino alla quota indicativa di -21,00 m s.l.m.m. con resa giornaliera indicativa di almeno 400 mc/giorno per pontone.

Per l'accumulo/trasporto di materiale a mare si dovranno poi prevedere motobette con portata indicativa di almeno mc 500, mentre a terra dovrà essere previsto un numero di camion, di pale, di escavatori congruo con i volumi di materiale da movimentare e depositare in cassa di colmata.

I mezzi più opportuni dovranno essere utilizzati per la stesa e lo spianamento delle pavimentazioni.

Dovranno infine essere previste le motobarche ed i mezzi necessari per i rilievi batimetrici, indagini e sondaggi da effettuare a mare sia in fase progettuale che costruttiva.

I mezzi di cui sopra dovranno essere integrati da mezzi d'opera marittimi e terrestri e di tutte le attrezzature e personale necessario per l'esecuzione dei lavori nel rispetto del cronoprogramma e di tutte le scadenze temporali vincolanti.

In particolare i mezzi marittimi di trasporto materiale dovranno avere i certificati di idoneità e navigabilità e/o classe in corso di validità ed essere riconosciuti idonei dall'Ente Tecnico. Inoltre dovranno essere a completa tenuta stagna in modo da impedire versamenti anche parziali durante il trasferimento.

Art. 14. 1. Noli

- a) I noli decorrono dal momento in cui i mezzi si trovano sul luogo di impiego indicato dalla Direzione dei Lavori, essendo in essi compreso l'onere del trasferimento, e cessano al momento del loro allontanamento od all'ultimazione del loro impiego quando non si tratti di mezzi di trasporto. I noli verranno conteggiati solamente per le ore di effettiva prestazione.
- b) Nei noli sia dei mezzi marittimi (pontoni, rimorchiatori, bette, ecc.) nonché dei mezzi terrestri (autocarri, gru semoventi, autobotti, trattori, pale meccaniche, gruppi di motocompressori, motopompe, ecc.) sono comprese le mercedi al personale che vi attende in qualità di



conducenti, manovratori, meccanici e simili. Tale personale è tenuto a coadiuvare al carico e allo scarico del proprio mezzo ed anche ad operarlo da solo, nonché a collaborare ai lavori per i quali il mezzo è stato richiesto. Pertanto l'Appaltatore non può pretendere alcun compenso in economia per le prestazioni di detto personale.

- c) Sono inoltre comprese tutte le spese dei consumi, (carburante, lubrificante, manutenzione, riparazione) e quelle per realizzare linee elettriche e tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine e mezzi d'opera che debbono essere in perfetto stato di funzionalità.

Art. 18. Interruzione di lavoro o spostamento da una zona di lavoro ad un'altra

Le interruzioni dei lavori dovute al traffico marittimo dovranno essere evitate e/o ridotte stipulando accordi preventivi con le parti coinvolte e le Autorità Marittime in modo tale da garantire il rispetto delle tempistiche previste dal cronoprogramma e delle altre scadenze vincolanti.

Qualora le Autorità Marittime richiedano la sospensione dei lavori e o lo spostamento dei mezzi in alcune delle zone interessate dalle attività di realizzazione della cassa di colmata, lo specchio acqueo dovrà essere liberato dall'Appaltatore secondo le disposizioni ricevute.

Per tali sospensioni o spostamenti alla fine dei lavori l'Appaltatore non avrà diritto a compensi di sorta. Sarà facoltà della sola Amministrazione Appaltante, definire in quali casi sia giustificata la concessione di un'eventuale proroga al termine di ultimazione dei lavori.

Art. 19. Aree di Stoccaggio, di Parcheggio e di Stazionamento dei Mezzi Marittimi

Le aree di cantiere per lo stoccaggio e le lavorazioni a terra verranno assegnate dall'Autorità Portuale in zone limitrofe a quelle di lavoro. I mezzi marittimi che stazioneranno in prossimità della banchina oggetto dei lavori dovranno essere movimentati in altre banchine del Porto di Genova assegnate dall'Autorità Portuale ogni volta che ne venga fatta richiesta sia dagli organi competenti che dalla stessa Autorità Portuale. L'Impresa non potrà richiedere alcun compenso aggiuntivo per qualsiasi onere derivante dalla distanza tra l'area di cantiere e la zona delle lavorazioni per le suddette movimentazioni dei mezzi marittimi.

L'Impresa dovrà ottemperare scrupolosamente a tutte le prescrizioni, gli obblighi e gli oneri della assegnazione ed a quelli eventualmente imposti dalle Autorità Militari e dall'Amministrazione. Gli oneri che ne derivano sono a carico dell'Impresa.

Art. 20. Piazzola Lavaggio Ruote

In uscita dalle aree di cantiere, si dovrà provvedere al pulizia dei mezzi d'opera in una piazzola tecnica appositamente attrezzata.

E' prevista l'installazione di due impianti di lavaggio ruote pre-assemblati. Gli impianti consentiranno il lavaggio degli automezzi in modo totalmente automatico e consentiranno il trattamento delle acque ed il loro ripetuto riutilizzo.

L'impianto sarà costituito da una pista di dimensioni opportune, realizzata con uno skid metallico opportunamente dimensionato per il transito dei mezzi d'opera. Ai due lati sono previsti ugelli fissi per il getto ad alta pressione dell'acqua contro gli pneumatici e le fiancate degli auto-mezzi. I mezzi entreranno nella pista di lavaggio percorrendo una rampa di salita e ne usciranno lungo una rampa di discesa realizzate in acciaio inossidabile o zincato a caldo. L'acqua di lavaggio sarà raccolta in una vasca inferiore da cui sarà rilanciata, mediante pompe, in una vasca di chiarificazione e quindi nuovamente all'interno degli ugelli garantendo il ricircolo continuo dell'acqua di lavaggio. La vasca di chiarificazione sarà adibita alla dissabbiatura, sedimentazione, disoleazione. In particolare sarà



completata da un impianto di estrazione fanghi costituito da catenaria, palette raschiatrici ed una vasca terminale per la loro raccolta. L'impianto sarà completato dalla strumentazione elettrica necessaria, dalla segnaletica di sicurezza tra cui un semaforo che ne regolerà l'accesso.

Art. 21. Dragaggi

Sull'altezza di scavo è ammessa una tolleranza $\pm 0,10$ m, fermo restando che la profondità media a fine lavori deve essere quella richiesta dal progetto. Il fondale e le quote da raggiungere saranno indicati nei disegni di progetto. Il raggiungimento della quota del fondale sarà verificato con rilievi batimetrici di seconda pianta. Detti rilievi saranno effettuati con ecometro di ultima generazione e strumentazione topografica adeguata o da Ditta specializzata.

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese al trasporto e allo scarico dei materiali provenienti dal dragaggio.

Resta a carico dell'appaltatore ogni onere derivante dalla necessità di mitigare la torbidità indotta dalle operazioni di dragaggio. Se necessario, il materiale di risulta sarà sempre trasportato da natante a tenuta stagna.

L'Appaltatore sarà responsabile per ogni evento che da lui provocato dia, direttamente o indirettamente, luogo a richieste di risarcimento danni da parte di terzi. A tal fine l'Appaltatore manleva l'Autorità Portuale di Genova da qualsiasi pretesa avanzata da soggetti che si ritenessero danneggiati.

Art. 22. Sistema di Contenimento Antitorbidità

Le operazioni di dragaggio e movimentazione del sedimento dal fondale verranno eseguite previo montaggio di un sistema di contenimento antitorbidità.

L'impianto consiste in un sistema a barriere galleggianti dotato di appendice zavorrata (draft) regolabile, in grado di garantire la continuità di contenimento anche su fondale di livelli diversi o che si rendessero tali a seguito di lavori eseguiti. Orientativamente si prevede che il sistema possa racchiudere una superficie fino a 20'000 m². La necessaria superficie dovrà essere comunque verificata in fase di Progettazione Esecutiva. La barriera comprende una parte galleggiante idonea anche al contenimento di schiume, oli o quant'altro dovesse disperdersi in galleggiamento. La parte immersa garantisce il contenimento sia di quanto rimosso che di quanto resta in sospensione durante e dopo le fasi di lavoro. La parte immersa (draft) può essere regolabile in funzione differenti quote di fondale.

La parte emersa è costituita da un robusto tessuto in poliester spalmato da ambo i lati in PVC in grado di offrire una resistenza alla trazione non inferiore a 7500N/5cm.

Il materiale costituisce la struttura portante della barriera (corpo barriera) che viene realizzata in moduli standard. Sul corpo barriera vengono fissati i relativi galleggianti di spinta costituiti da due semicilindri accoppiati per mezzo di viti e bulloni in acciaio inox AISI 304. I galleggianti sono distanziati tra loro ad intervalli regolari per consentire al manufatto di adattarsi meglio al moto ondoso. Gli stessi sono realizzati in poliuretano di media densità ed a celle chiuse. Ogni modulo (corpo barriera) viene fissato al successivo per mezzo di viti e bulloni in AISI 304.

La parte immersa (draft) è realizzata impiegando tessuto di poliester spalmato in PVC del peso di 450/550 g/m².

Lungo la generatrice inferiore viene fissata la zavorra in filosa di piombo o catena zincata.

Il draft è saldato al corpo barriera che dispone a sua volta di un'appendice longitudinale munita di anelli. L'accorgimento consente la rapida sostituzione del draft senza movimentare la parte emersa.

A distanza di circa 5m, da ambo i lati, sono termosaldati anelli in acciaio zincato. All'interno degli anelli scorrono funi in polietilene che consentono la regolazione del draft alle varie profondità del fondale. L'assemblaggio della barriera, per il raggiungimento della lunghezza desiderata, avviene per mezzo del collegamento di ogni modulo al successivo. Ogni modulo di barriera dispone, sui



terminali, di una piastra forata in acciaio inox incorporata all'interno del tessuto della barriera stessa. Sovrapponendo i terminali si potranno giuntare l'uno con l'altro per mezzo di viti e bulloni in acciaio inox. Resterà libero solamente il foro posto nella parte inferiore dei terminali onde poterlo impiegare quale doppio golfare per l'ormeggio da realizzarsi in più punti (uno ogni due terminali). Le parti immerse sono collegate tra loro utilizzando il sistema di legatura a stroppi. La barriera dovrà essere assemblata in modo tale da conterminare efficacemente l'area fino al fondale.

Art. 23. **Relitti, bonifica ordigni bellici, mine ed oggetti imprevisti**

Gli eventuali relitti che venissero rinvenuti durante gli scavi dovranno essere recuperati, demoliti, riutilizzati o smaltiti senza che sia data origine ad alcun specifico compenso.

Si dovranno eseguire i lavori di bonifica bellica preventiva delle zone da dragare da personale autorizzato e da Imprese abilitate a tale lavoro. L'Amministrazione Appaltante sarà sollevata dall'Appaltatore da ogni responsabilità di danni a persone o cose in dipendenza da fortuiti scoppi dovuti a questa attività. Nessuna pretesa di compensi non previsti nel presente capitolato potrà essere avanzata per interruzione o sospensione dei lavori, di qualunque sorta, in dipendenza ad operazioni di sminamento.

Art. 24. **Monitoraggio archeologico delle attività di dragaggio**

Durante le attività di dragaggio è prevista l'esecuzione di un monitoraggio archeologico delle attività. Il monitoraggio delle attività di escavo dei fondali sarà reso attraverso la presenza costante sui mezzi da lavoro di un archeologo professionista di comprovata esperienza nell'ambito dell'assistenza ai dragaggi portuali e sarà comprensivo di tutte le attività che si rendessero necessarie per il recupero e la documentazione di eventuali reperti d'interesse storico-archeologico.

L'attività consisterà principalmente nella realizzazione delle seguenti attività principali:

- Controllo dei sedimenti estratti dai fondali marini nel momento stesso della loro emersione;
- Vaglio e recupero di eventuali reperti d'interesse storico-archeologico;
- Pulizia, documentazione fotografica e primi interventi di conservazione dei reperti;
- Analisi e registrazione delle stratigrafie sedimentarie e dei parametri tecnici relativi a profondità, quantità, consistenza e tipologia del sedimento, ecc.;
- Documentazione video-fotografica esemplificativa del contesto ambientale e delle operazioni d'indagine archeologica eseguite;
- Redazione di una scheda giornaliera delle attività di monitoraggio archeologico.

In caso di rinvenimenti archeologici subacquei (per i quali si rendesse necessaria l'esecuzione immediata di prospezioni archeologiche subacquee) al fine di limitare al minimo interruzioni delle attività di dragaggio sarà garantito nel minore tempo possibile il pronto intervento archeologico subacqueo.

Le prospezioni visive subacquee verranno realizzate attraverso riprese ROV (*Remote Operated Vehicle*) e/o immersioni dirette (come da disposizioni di legge in materia di sicurezza del lavoro subacqueo la squadra operativa sarà composta da un minimo di 3 operatori subacquei assistiti da un'imbarcazione appoggio).

Al termine dell'attività verrà redatta una relazione archeologica conclusiva che includa: inquadramento generale, descrizione delle attività archeologiche e delle metodologie d'indagine applicate, elenco preliminare dei reperti e delle evidenze archeologiche, documentazione fotografica e restituzione cartografica su scale adeguate.

Le attività di assistenza archeologica saranno da realizzarsi secondo le prescrizioni e la supervisione scientifica della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria.



Gli interventi archeologici subacquei (eventuali) verranno eseguiti solo in presenza di condizioni meteo e marine stabili e stabilmente buone (mare sufficientemente calmo, vento assente e/o moderato, buona visibilità subacquea e di superficie), idonee all'applicazione della metodologia d'indagine indicata.

Art. 25. **Demolizioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni delle aree a Nord ed a Est della vasca di colmata tutte le tubazioni, i cavi ed in genere i sottoservizi che potrebbero essere coinvolti, dovranno essere spostati o rimossi secondo le necessità delle utenze collegate.

Le demolizioni degli edifici e delle altre costruzioni ricadenti nelle aree coinvolte, potranno essere eseguite con qualsiasi mezzo con la sola eccezione dell'uso degli esplosivi e di mazze oscillanti.

Tutti i materiali di risulta dalle demolizioni idonei al reimpiego nell'ambito del cantiere del Lotto II, saranno stoccati in aree ben definite e quindi riutilizzati. Le parti non più reimpiegabili saranno allontanate dal cantiere ed inviate a recupero oppure o a smaltimento secondo quanto definito nel Piano di Utilizzo.

Art. 26. **Scavi**

Gli scavi potranno essere eseguiti con qualsiasi mezzo adatto allo scopo. Dovranno essere stabili e sicuri. Quando occorre, sarà necessario puntellarli e sbadacchiarli in modo da assicurare gli operai contro ogni pericolo di smottamento di materiali.

Negli scavi in corrispondenza di pavimentazioni stradali ed industriali è compresa la loro demolizione o il loro disfacimento, siano esse in conglomerato cementizio, che bituminoso, di qualunque spessore e consistenza. Restano escluse soltanto le strutture di fondazione e sovrastrutture di banchina inserite negli scavi.

Tutti i materiali di risulta, come per quelli provenienza dalle demolizioni, che fossero ritenuti idonei per riempimenti, dovranno saranno accumulati in luoghi appositamente indicati.

Negli scavi dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e tenuta a provvedere, a proprie spese, alle rimozioni delle materie franate ed al ripristino delle sezioni correnti.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera, si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e il deflusso delle acque.

I materiali provenienti dagli altri impieghi nei lavori, dovranno essere portati a rifiuto in zone disposte a cura dell'impresa; lo stesso dicasi per quelle invece inutilizzabili ed esuberanti le necessità dei lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade, quale ne sia la categoria e l'entità del traffico, e per tutta la loro durata dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito pedonale e veicolare a norma delle leggi vigenti.

Sono egualmente a carico dell'Appaltatore le segnalazioni luminose di pericolo di tutti gli ostacoli al libero traffico. Dette segnalazioni devono essere tenute in funzione ogni qualvolta ci sia poca visibilità di giorno e per tutta la notte e dovranno essere sorvegliate continuamente per evitare che per qualsiasi causa rimangano spente.

Quando sia necessario, per ordine della D.L., impedire il traffico nella zona interessata dai lavori, dovrà provvedersi a cura dell'Appaltatore alla posa di segnalazioni luminose e sbarramenti a cavalletto a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia in tempo avvertito dell'impedimento.

Gli scavi dovranno spingersi fino alle quote adatte per le fondazioni previa approvazione da parte della D.L. del progetto planoaltimetrico, a carico dell'Impresa Appaltatrice, dell'area oggetto di sbancamento per la definizione delle scarpate.

L'impresa aggiudicataria dovrà provvedere:



- sbancamento su tutta l'area interessata dall'intervento dello spessore corrispondente al terreno vegetale con accatastamento del materiale ritenuto idoneo nelle zone indicate dalla D.L.;
- trasporto dei materiali di scavo nell'ambito dell'area del cantiere per essere utilizzato come materiale di rinterro;
- eventuali sbadacchiature, ponteggi o opere provvisorie necessarie;
- realizzazione di rampe per lo scavo meccanico;
- abbattimento ed allontanamento di alberi, cespugli ecc.;
- eventuali aggotanti di acque, anche a mezzo pompe, ecc.;
- l'eventuale demolizione di murature o trovanti anche con l'impiego di attrezzature meccaniche e/o pneumatiche;

Per la scarico dell'acqua d'aggotamento si dovranno adottare sistemi di decantazione, per evitare intasamenti ed ostruzione dei condotti e l'apporto di materiale solido nell'alveo del fiume.

Gli scavi alla presenza d'acqua dovranno procedere da valle a monte, avere il fondo ben livellato ed essere realizzati con canaletto regolare sul fondo che conduca le acque al loro esito naturale od ai pozzetti delle pompe. Non si considera scavo in acqua quello eseguito in presenza di venute d'acqua localizzate nello spazio e nel tempo, qualunque ne sia l'entità.

Art. 27. **Imbasamenti**

L'imbasamento dei cassoni deve avere la forma e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Per la formazione del letto di imbasamento dei cassoni verrà impiegato pietrame con fuso granulometrico compatibile a quello indicato negli elaborati progettuali.

Il materiale, assolutamente privo di argille o di sostanze degradabili verrà versato in mare in strati successivi fino a raggiungere le quote prescritte e spianato superficialmente.

Lo spianamento va effettuato prima di iniziare la posa dei cassoni, dopo un congruo periodo di assestamento della scogliera, e va compiuto con idonei mezzi marittimi e completato da una successiva rettifica finale mediante palombaro. A lavoro ultimato il piano di appoggio dovrà risultare orizzontale e di uniforme capacità portante.

Art. 28. **Opere in c.a.**

La composizione dei conglomerati cementizi, con riferimento alla qualità e quantità del cemento e degli inerti, nonché alla curva granulometrica di quest'ultima dovranno essere in grado di fornire un getto di conglomerato cementizio con la prescritta resistenza caratteristica di calcolo e specificato nei disegni di progetto.

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequente sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Si deve tenere conto che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura. Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

A causa della presenza delle concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e dei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati calcestruzzi con classe d'esposizione non minore ad XS3.



L'Appaltatore, sulla scorta delle prescrizioni contenute nel progetto delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, secondo quanto previsto al D.M. Infrastrutture 14/01/2008, dovrà fare particolare riferimento a:

- classi di resistenza (Rck e fck)
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato;
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione;
- resistenza a trazione indiretta;
- modulo elastico secante a compressione;
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco;
- ritiro idraulico;
- resistenza ai cicli di gelo – disgelo;
- impermeabilità;

dovrà qualificare i materiali e gli impasti 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 provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

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 e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti richiesti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni normalizzati ovvero su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

I laboratori (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori e 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, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI



EN 206-1:2001. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle NTC devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al § 11.2.5 delle NTC e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3. delle NTC.

Materiali

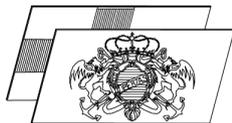
- Cemento

Si devono impiegare esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità



di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza e rapido indurimento.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale (di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001), le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento.

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori che potrà richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E' ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

- **Aggregati**

Sono riconosciuti generalmente idonei gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620 e gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla norma UNI 8520:2005 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella 5.1).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (8520:2005 parte 4) presso un laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella 5.1 e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma 8520:2005 parte 22, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo cinque cicli ≤10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ ≤ 0,05%



Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES \geq 80 VB \leq 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattiva dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4 UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	CL \leq 0,05 %
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	Cf \geq 0,15 (Dmax = 32mm) Cf ³ \geq 0,12 (Dmax = 64mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 m ³ di aggregati impiegati.		

Nella tabella precedente sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo 8520:2005 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco, (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni 1000 m³ di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D max) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;



- minore dello spessore del copriferro.

- **Acqua di impasto**

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008:2003. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,10 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma 8520:2005 parte 5).

I massimi rapporti acqua/cemento consentiti, riportati nella Tabella 5.4, potranno essere diminuiti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori in relazione al tipo di manufatto, all'impermeabilità e durabilità richieste al manufatto stesso.

- **Additivi**

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2002 e UNI 10765:1999.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

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

- **Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 o la S5 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI EN206-1:2006 (vedi tab. 5.2) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (Slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI EN12350-2:2009

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

TABELLA 5.2 – Classe di consistenza del calcestruzzo fresco secondo EN206-1:2006

Classe di consistenza	di	Slump (cm)	Denominazione corrente
S1		Da 1 a 4	Umida
S2		Da 5 a 9	Plastica
S3		Da 10 a 15	Semifluida
S4		Da 16 a 21	Fluida



S5	>22	Superfluida
----	-----	-------------

- Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo - disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella 5.3, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 12350-7:2009.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260:2006; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.



TABELLA - Dosaggio richiesto di aria inglobata (*)
Tolleranza $\pm 1\%$

D max Aggregati (mm)	% aria occlusa*
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457:2006 o con procedimento simile.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo – disgelo secondo la Normativa UNI.

- Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

- Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

- Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di Sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

- Disarmanti

I disarmanti ovvero gli oli o gli agenti applicati al manto della casseforma che agevolano il distacco fra la cassaforma e il calcestruzzo dopo l'indurimento, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alle norme UNI.



Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera (D.M. 14/01/2008) per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura.

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura, secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la norma UNI EN 12390-3:2009, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} , accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto. I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati, dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di 30 kg di acciaio per m³), sarà sottoposto a prova presso Laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi, risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata, senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore di classe di resistenza inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.



Qualora la classe di resistenza riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la classe di resistenza risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo - disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 8981:1999 e UNI EN 206-1:2001. La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 8981/1999) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e l'eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 8981:1999, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156:1997 e 9606:1997; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 B.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo - disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, UNI 7087:2002; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- riduzione del modulo di elasticità = 20%
- perdita di massa = 2%
- espansione lineare = 0.2%
- coefficiente di permeabilità:
 - o prima dei cicli = 10 - 9 cm / s
 - o dopo i cicli = 10 - 8 cm / s

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Figg.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699:2005.



La prova di scagliatura e di permeabilità dello ione cloruro o solfato verrà eseguita secondo la relativa Norma UNI.

Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1:2001.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento. La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume. La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impianti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273 K, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo in tal caso le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti del conglomerato cementizio medesimo.

Terminata la miscelazione e durante la movimentazione, si può osservare una graduale diminuzione, nel tempo, della lavorabilità provocata: dall'assorbimento dell'acqua d'impasto da parte degli aggregati, dall'inizio delle reazioni d'idratazione del cemento e dalla perdita d'acqua per evaporazione. L'entità della perdita di lavorabilità dipende dai costituenti il calcestruzzo (cemento, additivi, acqua, aggregati), dalla temperatura e dalla velocità di evaporazione dell'acqua di impasto.



In figura 5-1 è rappresentato per alcuni tipi di calcestruzzo la diminuzione della consistenza in funzione del tempo misurata in condizioni standard di laboratorio (20°C), a partire da una classe di consistenza S5.

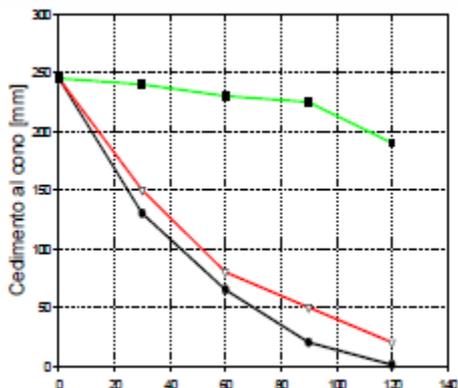


Figura 5-1 Andamento qualitativo della consistenza in funzione del tempo (a temperatura di 20°C) di calcestruzzi preparati con ricette differenti.

In figura 5-2 è illustrato, a titolo indicativo, l'effetto della temperatura sulla consistenza, a 60' dalla miscelazione, per un calcestruzzo avente inizialmente una classe di consistenza S5.

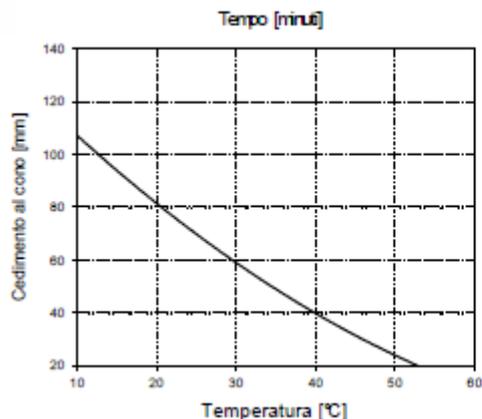


Figura 5-2 Andamento qualitativo del cedimento al cono a 60 minuti della miscela in funzione della temperatura di un calcestruzzo con consistenza iniziale S5.

I sistemi più utilizzati per il trasporto del calcestruzzo sono: l'autobetoniera, la benna, l'autocarro cassonato e il nastro trasportatore.

L'autobetoniera è idonea a trasportare quasi tutti i tipi di calcestruzzo e permette di mantenere per un periodo abbastanza lungo (2-3 ore) il calcestruzzo miscelato e non segregato, a condizione che l'impasto sia mantenuto in continua agitazione.

L'autocarro cassonato e il nastro trasportatore possono trasportare calcestruzzi a bassa consistenza, con cedimento al cono < 30 mm, quali, ad esempio, quelli destinati alle casseforme scorrevoli e quelli destinati a getti massivi.

Il cassone e il nastro trasportatore devono essere protetti per evitare l'evaporazione dell'acqua o il dilavamento in caso di pioggia.

Per ogni carico di calcestruzzo si predispone un documento che, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, deve contenere:

- la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico);
- la classe d'esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura;
- il rapporto a/c, se prescritto;



- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- la classe di resistenza caratteristica;
- i metri cubi trasportati;

L'impresa costruttrice conserva la documentazione nella quale è specificata la struttura a cui il carico di calcestruzzo è stato destinato. Tale documento deve formare oggetto di controllo e registrazione da parte di chi riceve il calcestruzzo.

Per maggiori dettagli circa la confezione, il trasporto e la consegna del calcestruzzo, sia esso preconfezionato o prodotto in cantiere, si può fare riferimento alle "Linee Guida per la produzione, il trasporto e il controllo del calcestruzzo preconfezionato", predisposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Posa in opera

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme.

Per assicurare la migliore riuscita del getto, la messa in opera del calcestruzzo richiede, da parte della Direzione Lavori, una serie di verifiche preventive che riguardano, oltre che gli scavi, le casseforme e i ferri d'armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

Considerata l'importanza delle operazioni di getto, che riguardano la posa in opera del calcestruzzo e tutte le fasi relative, sarà cura della Direzione Lavori stabilire un programma di verifiche comprendenti:

- il coordinamento con la Direzione Lavori, con il progettista, con i laboratori esterni per ispezioni, verifiche, prelievi di campioni e prove a piè d'opera;
- l'istruzione/coordinamento con i fornitori e subappaltatori, per la consegna del calcestruzzo delle caratteristiche prescritte;
- Nel caso di calcestruzzo preconfezionato, le istruzioni/ordini circa le prestazioni, il programma della fornitura, l'eventuale necessità della pompa con relative caratteristiche;
- l'istruzione agli operatori per organizzare la messa in opera, compattazione e stagionatura del calcestruzzo, in funzione dei volumi, delle sequenze e degli spessori dei getti, della movimentazione e vibrazione del materiale, della protezione e stagionatura della struttura, delle condizioni climatiche, nonché delle eventuali superfici di contatto.

L'impresa esecutrice é tenuta a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e di consistenza del calcestruzzo;

La posa in opera avrà inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori ha verificato:

- la preparazione e rettifica dei piani di posa;
- la pulizia delle casseforme;
- la posizione e corrispondenza al progetto delle armature e del copriferro;
- la posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;



- la posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.);
- l'umidificazione a rifiuto delle superfici assorbenti o la stesura del disarmante;

Nel caso di getti contro terra è bene controllare che siano eseguite, in conformità alle disposizioni di progetto, le seguenti operazioni:

- la pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante e/o di collegamento in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

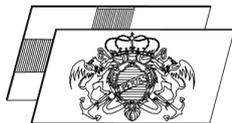
Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.



Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a cm 50 misurati dopo la vibrazione.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

Costipamento

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 ed il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma (figura 5- 11).

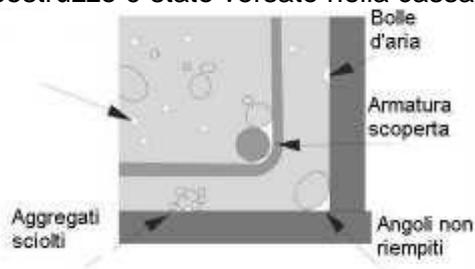


Figura 5-11: Difettosità interne del calcestruzzo non compattato.

Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre d'armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo deve essere compattato. La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti.

Tale processo può essere effettuato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.



Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, non può essere migliorata aggiungendo acqua.

Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

- Costipamento per vibrazione

La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto.

I vibratorii possono essere: interni ed esterni.

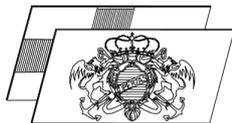
I vibratorii interni, detti anche ad immersione o ad ago, sono i più usati nei cantieri, essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 m mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 Hz. Per effettuare la compattazione l'ago vibrante è introdotto verticalmente, è spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza da 5 a 30 sec. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la richiusura del foro da esso lasciato. L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco, e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un "giunto freddo" tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratorii mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore ed a condizione che, non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento. Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico così da evitare i "giunti freddi".

I vibratorii esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione; possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore ad immersione. I vibratorii superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto, in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

- Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

Condizioni speciali di lavorazione



- Getti a basse temperature ($< +5^{\circ}\text{C}$)

Si definisce "clima freddo" una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5°C
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura $> +5^{\circ}\text{C}$.

La neve ed il ghiaccio, qualora presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo.

I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è 0°C ; tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori (es. riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, etc...).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

Si consiglia di coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta; in fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm^2), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile. Il valore limite (5 N/mm^2) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Durante il "periodo freddo" la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati in tabella. In relazione alla temperatura ambiente ed ai tempi di attesa e di trasporto si deve prevedere un raffreddamento di $2 - 5^{\circ}\text{C}$ tra il termine della

Dimensione minima della sezione [mm^2]			
< 300	$300 + 900$	$900 + 1800$	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 $^{\circ}\text{C}$	10 $^{\circ}\text{C}$	7 $^{\circ}\text{C}$	5 $^{\circ}\text{C}$
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 $^{\circ}\text{C/h}$	0,90 $^{\circ}\text{C/h}$	0,70 $^{\circ}\text{C/h}$	0,45 $^{\circ}\text{C/h}$

miscelazione e la messa in opera.

Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme: ad esempio, quelle metalliche offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.



Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna, La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

- Getti a temperature elevate (> 35°C)

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco, che di quello indurito. Infatti provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto ed una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata
- bassa umidità relativa
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda)
- forte irraggiamento solare
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo
- maggior ritiro per perdita di acqua
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno)
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell' acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

- Getti in acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa esser eliminata con scalpellatura.

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua,



lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua - cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

- Getti contro terra

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno).

I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

- Interruzione nel lavoro

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

- Riprese del getto

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide.

Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiere stirate.

- Protezione termica durante la stagionatura

Per limitare il rischio delle fessure superficiali, dovute agli effetti termici, è opportuno proteggere adeguatamente la struttura in modo da ridurre il ΔT fra l'interno e l'esterno.

Particolare attenzione deve essere posta ai getti di grosse dimensioni, in cui l'inerzia termica della parte interna ed il rapido raffreddamento di quella esterna, può provocare stati di coazione. Il progettista e/o la Direzione Lavori possono prescrivere la verifica degli innalzamenti termici e dei gradienti termici in diversi punti di una sezione di calcestruzzo, facendo predisporre termocoppie all'interno delle casseforme ed opportuni interventi di coibentazione della struttura o di variazione della composizione del calcestruzzo.

I più comuni sistemi di protezione termica adottabili nei getti di cantiere:

- a. Cassaforma isolante

Il $t \leq 20^\circ\text{C}$ può essere rispettato se si usa una cassaforma isolante, es. legno compensato con spessore ≥ 2 cm, o se il getto si trova contro terra;

- b. Sabbia e foglio di polietilene

La parte superiore del getto si può proteggere con un foglio di polietilene coperto con 7-8 cm di sabbia. Il foglio di polietilene ha anche la funzione di mantenere la superficie pulita e satura d'umidità;

- c. Immersione in leggero strato d'acqua

La corretta stagionatura è assicurata mantenendo costantemente umida la struttura messa in opera. Nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale si suggerisce di creare un cordolo perimetrale che permette di mantenere la superficie costantemente ricoperta da alcuni centimetri d'acqua.



Occorre porre attenzione, in condizioni di forte ventilazione, alla rapida escursione della temperatura sulla superficie per effetto dell'evaporazione;

d. Coibentazione con teli flessibili

Sono ideali nelle condizioni invernali, in quanto permettono di trattenere il calore nel getto, evitando la dispersione naturale; si deve tener conto, tuttavia, che, nella movimentazione, le coperte possono essere facilmente danneggiate.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, la D.L. prevederà ad eseguire in cantiere una serie di verifiche che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

Stagionatura e disarmo

- Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nelle Norme UNI. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento, prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

- Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto della Norma UNI EN 206-1:2006:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K, dopo le prime 4 h dall'impasto non deve superare 313 K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (i valori singoli devono essere < di 338 K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.
- Disarmo e scasseratura



Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti. I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

La stabilità degli elementi di supporto e delle casseforme deve essere assicurata e mantenuta durante l'annullamento delle reazioni in gioco e lo smontaggio. La procedura di puntellatura e di rimozione dei puntelli è bene sia oggetto di un'apposita nota progettuale (di Capitolato o della Direzione Lavori) in cui dovrà essere specificato come procedere al fine di ridurre ogni rischio per l'incolumità di persone e cose ed ottenere le prestazioni attese. Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche. Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

Si può procedere alla rimozione delle casseforme dai getti solo quando è stata raggiunta la resistenza indicata dal progettista e comunque non prima dei tempi prescritti nei decreti attuativi della Legge n° 1086/71; in ogni caso il disarmo deve essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Si deve porre attenzione ai periodi freddi, quando le condizioni climatiche rallentano lo sviluppo delle resistenze del calcestruzzo. In caso di dubbio, è opportuno verificare la resistenza meccanica reale del calcestruzzo.

- Protezione dopo la scasseratura

Si richiama quanto previsto dalla norma UNI EN 206-1:2006; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della norma UNI EN 206-1:2006.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2:2009. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009, o con l'apparecchio VEBÈ secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da mm 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.



La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI EN 206- 1:2006, almeno una volta per ogni giorno di getto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre l'effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

- Provini
 - a. prova del cono di cui alla EN 12350-6:2009;
 - b. prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393:1988 e alla EN 12350-6:2009;
 - c. prova del contenuto d'aria di cui alla UNI EN 12350-7:2009;
 - d. prova del contenuto d'acqua;
 - e. prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
 - f. prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
 - g. prova di resistenza a compressione con sclerometro.
- Determinazione del diametro massimo degli inerti

La determinazione del diametro massimo degli inerti verrà effettuata come segue.

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo la pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso). La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore $p/P \times 100$, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio). Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

Stati superficiali del getto

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benessere della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite. Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non sono consentiti schiarimenti dovuti a separazione della calce, screziature o corpi estranei;
 - essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori d'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, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.
- Classificazione degli stati superficiali

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti quattro classi, con i requisiti appresso indicati:

- A (speciale);
- B (accurata);
- C (ordinaria);
- D (grossolana).



Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

- Planarità generale

L'errore percentuale di planarità "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da:

$$d = h/L$$

h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

- Classe A - d = 0.4%
- Classe B - d = 0.6%
- Classe C - d = 1.0%

- Planarità locale

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze.

Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

- Classe A - e = 3 mm
- Classe B - e = 6 mm
- Classe C - e = 10 mm

- Gradini dovuti al posizionamento dei casseri

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

- Classe A - f = 3 mm
- Classe B - f = 6 mm
- Classe C - f = 10 mm

- Giunti tra elementi

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati.

L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

- Classe A - g = 0.3 L
- Classe B - g = 0.5 L
- Classe C - g = 0.7 L

con un valore max, però, rispettivamente di:

- Classe A - 8 mm
- Classe B - 10 mm
- Classe C - 15 mm

Tolleranze

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli stati superficiali del calcestruzzo.

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;



- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Protezione dei conglomerati cementizi

In relazione alle caratteristiche delle strutture da proteggere, potranno essere adottati specifici cicli di protezione. La scelta del ciclo da impiegare è di competenza del progettista esecutivo e dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

Alla luce di quanto esposto sopra, a causa della presenza delle concentrazioni sensibili di ioni solfato nelle acque e dei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere impiegati calcestruzzi con classe d'esposizione non minore ad XS3 a partire dal muro ad "U" con copertura removibile all'interno di 82 m nella zona di Fincantieri, fino allo scatolare di via Ronchi, compresi il ponte della linea Genova-Ventimiglia, il ponte parco ferroviario e quello di via Bressanone. Per i muri ad "U" a monte di via Merano e tra questa e Fincantieri e per il ponte scatolare di via Merano, si potrà utilizzare un calcestruzzo di classe non inferiore a XC4. Per i cordoli su jet grouting, le opere provvisorie del manufatto a spinta (muri e platea) si potrà utilizzare un calcestruzzo di classe non inferiore a XC1. Per tutte le classi di calcestruzzo è previsto la confezione con cemento d'alto forno CEMIIIa e una consistenza (slump) S4.

Il magrone verrà invece realizzato con calcestruzzo non strutturale confezionato a dosaggio con cemento tipo 32,5 R in centrale di betonaggio, diametro massimo nominale dell'aggregato 30 mm, fornito in cantiere.

Art. 28. 1. Dalle prefabbricate

Lastre tralicciate di spessore pari a cm 5, idonee a garantire l'autoportanza del getto di completamento di calcestruzzo fresco, del peso proprio della lastra e del personale addetto al lavoro aventi larghezza pari a cm 200, armate con tralici longitudinali e la rete elettrosaldata, eventuali armature aggiuntive secondo gli elaborati tecnici di calcolo della soletta.

Art. 28. 2. Aspetti Integrativi relativi ai Cassoni cellulari

I cassoni cellulari dovranno avere la forma e le dimensioni indicate nei disegni di progetto.

I cassoni cellulari saranno costruiti in conglomerato cementizio armato avente classe di resistenza C35/45 e d'esposizione XS3. Sarà confezionato con cemento d'alto forno CEMIIIa, additivato, secondo le schede tecniche del produttore, con PENETRON ADMIX o prodotto simile. In particolare sarà necessario che la miscela garantisca una permeabilità del calcestruzzo indurito pari a $k < 10^{-7}$ cm/sec e la possibilità di utilizzare della tecnica dei casseri scorrevoli durante la costruzione.

I componenti costitutivi non dovranno contenere elementi dannosi per la durabilità del calcestruzzo o tali da causare la corrosione delle armature.

Gli inerti naturali e di frantumazione saranno costituiti da elementi non gelivi, non friabili e privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso e di sostanze comunque nocive all'indurimento del conglomerato ed alla buona conservazione delle armature; la ghiaia ed il pietrisco avranno dimensioni le massime indicate negli elaborati di progetto ed in genere compatibili con le dimensioni delle sezioni strutturali e della gabbia d'armatura.

L'idoneità dell'acqua di miscelazione è stabilita dalla conformità alla norma EN 1008 : 1997 . In particolare deve essere utilizzata acqua pulita, esente da limo , materia organica , alcali , ardesia e altre impurità . Sarà ottenuta da una fonte di acqua potabile o da una fonte approvata.

L'idoneità generale degli additivi è stabilita dalla conformità alla norma EN 934-2.

L'acciaio sarà di tipo acciaio B450C saldabile controllato in stabilimento.



Tutti i getti saranno vibrati a regola d'arte, con vibratorii meccanici adatti al tipo, forma e dimensioni delle singole strutture. La durata della vibratura va commisurata alla granulometria e alla lavorabilità dell'impasto (che deve contenere l'acqua strettamente necessaria), e al tipo di vibratore usato in modo da ottenere la massima compattezza dei calcestruzzi, evitando sempre la separazione e la stratificazione dei suoi elementi.

Il piano di costruzione dei cassoni deve essere elaborato dall'Appaltatore rispettando i ritmi di produzione necessari al completamento dell'opera nei tempi indicati dal Programma dei Lavori.

Per la produzione del calcestruzzo è prevista la confezione dei calcestruzzi in una centrale di betonaggio situata a distanza ammissibile dai luoghi di getto e con trasporto mediante autobetoniere. L'Appaltatore dovrà verificare l'ammissibilità del flusso di traffico costituito dalle autobetoniere lungo il percorso fino all'impianto di costruzione dei cassoni.

Gli inerti devono essere approvvigionati per classi granulometriche (non meno di tre classi) e depositati in luogo adatto, in silos o in cumuli ben distinti.

La misurazione degli inerti avverrà mediante cubatura dei recipienti di carica della betoniera, essendo stabilito che il termine di riferimento del dosaggio di cemento nei calcestruzzi è il metro cubo di miscuglio secco degli inerti.

Il cemento va misurato a peso, riferendosi a sacchi interi ovvero a spezzature da misurare su bascula.

Per la costruzione dei cassoni si dovrà utilizzare un impianto dotato di piattaforme mobili autoaffondanti o impianti galleggianti, delle dimensioni atte a contenere i cassoni stessi.

Al fine di garantire una sicura tenuta stagna dei cassoni, il solettone di base dovrà essere eseguito in un'unica fase, mentre il fusto dovrà essere eseguito nel minor numero di fasi di getto; le riprese relative dovranno essere opportunamente trattate a fresco.

I cassoni saranno equipaggiati con bitte, golfari, anelli per il rimorchio ed ogni altro elemento che garantisca il trasporto e la manovra dei cassoni in sicurezza. Gli elementi metallici che rimarranno direttamente esposti all'aria e all'acqua di mare dovranno essere opportunamente protetti per garantire la loro durabilità e quella del calcestruzzo in cui sono fissati. Dovranno quindi essere utilizzati prodotti in acciaio zincato a caldo o inossidabile secondo la vita utile della parte e della sua influenza su quella delle strutture collegate.

A costruzione avvenuta, dopo la necessaria stagionatura, i cassoni, opportunamente zavorrati, saranno presi a rimorchio e trasportati in sito. Il trasporto dei cassoni dovrà essere effettuato con l'impiego di tutti i mezzi marittimi necessari e gli accorgimenti più idonei purché il trasferimento dei cassoni stessi avvenga senza inconvenienti di sorta. Si dovrà curare sia nelle operazioni di trasporto che di posa in opera dei cassoni la perfetta efficienza della segnaletica fissa e mobile richiesta dalle norme vigenti di segnalazione marittima.

Ogni cassone arrivato in sito verrà affondato mediante zavorramento con acqua e posato sull'imbasamento predisposto nella posizione finale prestabilita. Durante l'affondamento del cassone nella sua posizione finale, ottenuto di regola attraverso il riempimento con acqua di mare, verrà posta estrema cura per evitare l'urto contro i cassoni già collocati in opera.

È sempre consigliabile eseguire l'affondamento del cassone in condizioni di mare calmo. In caso di errato posizionamento il cassone sarà riportato in condizione di galleggiamento per ripetere successivamente l'operazione di posa.

Il riempimento del cassone dovrà essere effettuato in modo tale da assicurare la stabilità del cassone durante l'affondamento, evitando inclinazioni e fuori piombo. Durante l'immersione progressiva del cassone e fino al completo appoggio sul fondale si dovrà seguire con estrema cura lo schema di allagamento stabilito.

Una volta affondato, si provvederà al suo zavorramento mediante il riempimento delle celle con il materiale finale previsto in progetto.

Il riempimento delle celle deve generalmente avvenire per strati non più alti di 2 m – salvo diverse previsioni del progetto – in scomparti alternativamente simmetrici rispetto agli assi baricentrici, così da non provocare squilibri nel cassone rispetto al suo posizionamento originario.



Nel caso di riempimento con calcestruzzo, le riprese dei getti successivi di riempimento delle celle vanno eseguite in modo tale da assicurare un buon collegamento tra i getti, evitando peraltro di sovrapporre calcestruzzi ancora allo stato plastico.

I limiti di tolleranza per il posizionamento dei cassoni saranno i seguenti:

- allineamento ± 10 cm - rispetto al filo teorico
- verticale $\pm 5\%$
- quota di imbasamento ± 10 cm rispetto alla quota di appoggio di progetto;

Per chiudere in sommità le celle dei cassoni, saranno poste in opera lastre in cemento armato prefabbricato, come da disegni progettuali.

Art. 28. 3. Aspetti integrativi relativi alle Sovrastrutture di Banchina gettate in opera

Il coronamento dei cassoni sarà costruito in opera secondo i disegni progettuali. In particolare dovranno essere opportunamente studiate le posizioni di giunti per garantire il corretto comportamento strutturale della banchina.

Il getto del conglomerato cementizio dovrà avvenire per strati uniformi non superiori ai 30 cm impiegando vibratore adeguato al tipo di lavoro.

Nel tratto di sovrastruttura corrispondente ad ogni singolo cassone il getto va ultimato nello stesso giorno; la superficie superiore, ove non indicato diversamente dai disegni di progetto, va rifinita con strato di usura antisdrucchiole e salva-spigolo in acciaio inossidabile.

A getto avvenuto si dovrà provvedere alla protezione delle superfici esposte e alla corretta stagionatura con l'innaffiamento giornaliero o con l'irrorazione di idonei prodotti anti-evaporanti.

Lo smontaggio delle casseforme non avverrà prima di sette giorni dal getto.

Art. 28. 4. Aspetti Integrativi relativi ai Massi Serraglia

I massi serraglia previsti nei punti singolari del perimetro della vasca di colmata sono massi artificiali di calcestruzzo che dovranno avere forme, dimensioni, resistenza caratteristica, dosaggio di cemento conformi alle indicazioni risultanti dal progetto.

Le casseforme – metalliche o in legname – per la confezione di massi artificiali dovranno essere di robustezza tale da non subire deformazioni sotto la spinta del calcestruzzo. Esse dovranno avere dimensioni interne tali che i massi risultino delle dimensioni prescritte.

In linea generale, per la movimentazione dei massi andranno evitati dispositivi metallici da lasciare annegati nel calcestruzzo dei massi.

Le scanalature indispensabili per la movimentazione dei massi non daranno luogo a compenso, né a detrazione del relativo volume.

I piazzali del cantiere per la costruzione dei massi artificiali dovranno essere spianati perfettamente.

Le pareti interne delle casseforme devono essere preventivamente trattate con opportuni preparati disarmanti, al fine di evitare distacchi al momento del disarmo.

Quando le condizioni climatiche lo richiedano, e comunque in estate, è necessaria l'aspersione dei manufatti con acqua, per almeno tre volte al giorno, o la regolare presa e idratazione del cemento.

Ciascun masso dovrà essere ultimato nello stesso giorno nel quale è stato iniziato il getto.

Il getto andrà effettuato in un'unica operazione senza interruzioni. Il calcestruzzo dovrà essere opportunamente vibrato con l'impiego d'idoneo vibratore, così da ottenere la massima compattazione del getto.

I massi artificiali dovranno rimanere nelle loro casseforme durante tutto il tempo necessario per un conveniente indurimento del calcestruzzo, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori in relazione a quanto prescritto dalle vigenti leggi.

I massi artificiali dovranno essere collocati in opera con apposite apparecchiature di sollevamento e di posa, applicate nei punti tecnicamente più opportuni, curando che si realizzi un idoneo concatenamento tra i vari elementi nello strato del rivestimento previsto dagli elaborati di progetto.



Dovrà essere predisposto un piano di posa in opera. La costruzione della mantellata dovrà essere effettuata a partire dal piede e procedendo verso l'alto.

Le modalità di posa saranno studiate preventivamente, secondo uno schema di posizionamento che assicuri il massimo concatenamento e la percentuale dei vuoti prescritta nel progetto rispettando la desiderata "densità" (numero di massi per unità di area); in ogni caso la posizione reciproca dei massi dovrà essere tale da non indurre nel materiale sollecitazioni inammissibili.

Particolare cura dovrà adottarsi nella posa in opera dei massi artificiali di forma speciale, utilizzando apparecchiature di posa che consentano ampie libertà di movimento ed adottando velocità di discesa tali da evitare danneggiamenti per urti. Gli elementi eventualmente rotti durante le operazioni di posa vanno rimossi e rimpiazzati.

Art. 29. Opere in acciaio da carpenteria

Art. 29. 1. Elementi di Carpenteria Metallica

I lavori, descritti nelle specifiche, dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi e normative vigenti in materia.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 delle NTC

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali $f_y = R_eH$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del citato §11.1 delle NTC e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)
- densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} riportati nelle tabelle seguenti.



Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]			
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Tabella 11.3.X - Laminati a caldo con profili a sezione cava

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]			
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	--	--
S 275 H	275	430	--	--
S 355 H	355	510	--	--
S 275 NH/NLH	275	370	--	--
S 355 NH/NLH	355	470	--	--
S 275 MH/MLH	275	360	--	--
S 355 MH/MLH	355	470	--	--
S 420 MH/MLH	420	500	--	--
S 460 MH/MLH	460	530	--	--

L'Appaltatore sarà tenuta all'osservanza delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 14/1/2008 (ed ai richiami in esso contenuti) e Circolare Esplicativa n° 617 del 02/02/2009.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI EN 10025:2005 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI EN 10210:2006 relativa ai profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati a grano fine per impieghi strutturali;
- UNI EN 10219:2006 relativa ai profilati cavi formati a freddo di acciai non legati a grano fine per strutture saldate;



I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controcricce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14/1/2008 ed ai richiami in esso contenuti e successivi aggiornamenti, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692- 1:2005.



Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tabella 11.3.XI

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30mm	S235 - S275 - S355 - S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare EN ISO 3834-4	Medio EN ISO 3834-3	Medio EN ISO 3834-3	Completo EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN 719:1996	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

I bulloni (conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968) devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Vite					
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella precedente tabella 11.3.XII.a sono riportate nella seguente tabella 11.3.XII.b:

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000



I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della Tab. 11.3.XIII Viti e dadi, devono essere associati come indicato nella Tab. 11.3.XII.

Tabella 11.3.XIII

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 – 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 : 2001	UNI EN 14399 :2005 parti 3 e 4
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 20898-2 :1994	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	UNI EN 14399 :2005 parti 5 e 6
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2: 2006 temperato e rinvenuto HRC 32+ 40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui al punto A del § 11.1.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356.

Nel caso si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento % a rottura (valutato su base $L_0 = 5,65 A$, dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12 ;
- rapporto $f_t / f_y \geq 1,2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

$C \leq 0,18\%$, $Mn \leq 0,9\%$, $S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,05\%$.]

Il D.M. Infrastrutture 14/01/2008 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" prevede tre forme di controllo obbligatorie sugli acciai da costruzione:

- Controlli in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione

Tutti gli acciai da costruzione ad utilizzo diretto come le carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Pertanto tutti gli acciai per impiego strutturale devono essere qualificati.

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo (vedere § 11.3.4.10.1.2 delle NTC), i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica di cui al § 11.3.4.2 (NTC), sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1. Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento. Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata:

- mediante la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, quando sia applicabile;
- attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, con la procedura indicata nelle NTC stesse.



Nel caso B, ultimata l'istruttoria e verificato il possesso dei requisiti richiesti (cap.11.3.1.2 delle NTC), il Servizio Tecnico Centrale rilascia all'acciaieria, per ciascuno stabilimento, un apposito Attestato di Qualificazione.

L'Attestato di qualificazione, di validità 5 anni, individuato da un numero progressivo, riporta il nome dell'azienda, lo stabilimento, i prodotti qualificati, il marchio.

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale un dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica, i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove, i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato e la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti precedenti.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

- Controlli nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 delle NTC.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a. da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b. dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo

Si definiscono centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiere grecate tutti quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio nastri o lamiere in acciaio e realizzano profilati formati a freddo, lamiere grecate e pannelli composti profilati, ivi compresi quelli saldati che però non siano sottoposti a successive modifiche o trattamenti termici. Per quanto riguarda i materiali soggetti a



lavorazione, può farsi utile riferimento, oltre alle norme citate nel §11.3.4.1 delle NTC, anche alle norme UNI EN 10326:2004 e UNI EN 10149:1997 (parti 1, 2 e 3).

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC, i centri di produzione di prodotti formati a freddo e lamiera grecate, oggetto delle presenti norme, devono rispettare le seguenti prescrizioni.

Per le lamiere grecate da impiegare in solette composte, il produttore deve effettuare una specifica sperimentazione al fine di determinare la resistenza a taglio longitudinale di progetto $\tau_{u,Rd}$ della lamiera grecata. La sperimentazione e la elaborazione dei risultati sperimentali devono essere conformi alle prescrizioni dell'Appendice B.3 alla norma UNI EN 1994-1-1:2005. Questa sperimentazione e l'elaborazione dei risultati sperimentali devono essere eseguite da laboratorio indipendente di riconosciuta competenza. Il rapporto di prova deve essere trasmesso in copia al Servizio Tecnico Centrale e deve essere riprodotto integralmente nel catalogo dei prodotti.

Nei casi di prodotti coperti da marcatura CE, il centro deve dichiarare, nelle forme e con le limitazioni previste, le caratteristiche tecniche previste nelle norme armonizzate applicabili.

I centri di produzione possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al § 11.3.1 delle NTC, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, soggetti a marcatura CE o qualificati come previsto nelle presenti norme. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di trasformazione, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Gli utilizzatori dei prodotti e/o il Direttore dei Lavori sono tenuti a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Si definiscono centri di prelaborazione o di servizio quegli impianti che ricevono dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) e realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di produzione che realizzano strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

I centri di prelaborazione, devono rispettare le prescrizioni applicabili di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del Direttore Tecnico dell'officina.

Con riferimento ai prodotti di cui al punto B del § 11.1 delle NTC, i controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025 ovvero delle tabelle di cui al § 11.3.4.1 delle NTC per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Tecnico dell'officina che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.



Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio, si fa riferimento a quanto riportato al § 11.3.2.10.4 delle NTC, fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore.

Il Direttore Tecnico dell'officina curerà la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla documentazione di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

Per quanto riguarda le specifiche dei controlli, le procedure di qualificazione e i documenti di accompagnamento dei manufatti in acciaio prefabbricati in serie si rimanda agli equivalenti paragrafi del § 11.8 delle NTC, ove applicabili.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto alla precedente dichiarazione, ovvero nella quale siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione. Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al § 11.3.3.5.3 delle NTC, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente § 11.3.3.5.3.

Le prove, effettuate e certificate presso uno dei laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono fornire valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle tabelle delle NTC stesse.



Il campionamento viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni, marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al
- numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;



- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Si fa riferimento alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni emanate con il D.M. Infrastrutture 14/1/2008 e alla Circolare Esplicativa n° 617 del 02/02/2009.

Gli apparecchi di appoggio strutturali devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 1337 e recare la marchiatura CE.

Le opere murarie alle quali le carpenterie metalliche dovranno essere connesse potranno avere le seguenti tolleranze:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/500 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Le carpenterie montate dovranno avere le seguenti tolleranze massime:

fueri piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm;

lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max 10 mm;

il fuori piombo max delle colonne non dovrà superare l'1, 5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.

Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cave, connessioni, ancoraggi, ecc.).

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalle Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

Dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Le superficie di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.

Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori.

Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro - vite.

Per il serraggio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%.



I bulloni verranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraggio completo.

Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C.

I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.

Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

Dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.

I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati.

La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisorie, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di accedere alle officine di lavorazione allo scopo di ispezionare il materiale, seguire le lavorazioni e presiedere alle varie prove.

Potrà anche prelevare a suo giudizio campioni di materiale per sottoporli a prove presso Laboratori ufficiali: l'onere economico di tali prove sarà a carico dell'Appaltatore.

Tali prove potranno consistere in: verifiche dimensionali, prove di trazione, prove di piegamento, prove di resilienza, controlli radiografici sui giunti saldati, controlli sull'aspetto esterno della saldatura e del grado di raccordo con il materiale base.

Il Direttore dei Lavori avrà pure il diritto di rifiutare e chiedere la sostituzione di qualsiasi parte della fornitura, anche se già messa in opera, che presentasse difetti per cattiva qualità dei materiali e/o per cattiva lavorazione.

Il mancato uso di tale diritto non esimerà l'Appaltatore dalle sue responsabilità.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le prove di resistenza dei materiali secondo le modalità delle leggi vigenti e fornire i relativi certificati alla Direzione dei Lavori.

Tale operazione di controllo in officina, se non richiesta espressamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere condotta dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assumerà a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori.

Le richieste delle prove da effettuare presso un Laboratorio Ufficiale dovranno essere sottoscritte dalla Direzione dei Lavori e dovranno portare indicazioni precise circa i profili da cui saranno stati prelevati i provini in relazione agli elementi strutturali da realizzare con i profili stessi.



A montaggio ultimato sarà fatto il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature.
Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

Art. 29. 2. Protezioni Superficiali (Zincatura e Verniciatura)

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo dovranno subire un'accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superfici tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso ruggine, calamina, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.

Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla UNI 5744.

Con riferimento alla norma stessa la massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE			
	CATEGORIA	Risultato medio di un gruppo di provette min. g/m ²	Risultato per ciascuna provetta singola min. g/m ²
A	Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm	500	450
B	Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di 1 mm	350	300
C	Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di 9 mm	375	300
D	Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo, a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno assettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori.

a - in officina, a lavorazione ultimata:

- sabbiatura di tutte le superfici
- applicazione dello strato di primer
- in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:
- spazzolatura dei punti da ritoccare



- ritocchi sullo strato di primer
- applicazione dello strato intermedio
- applicazione dello strato di finitura.

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon appetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Per quanto riguarda la preparazione delle superfici vale quanto di seguito:

- Sabbature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050.

A sabbatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

- Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.



Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer. La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

- Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

- Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

- Sabbatura di grado A Sa 2 ½;
- Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,07 aventi le seguenti caratteristiche:
 - contenuto solido > 76%
 - zinco metallico nel film secco > 86%
 - legante silicato di etile
 - peso specifico della miscela > g/l 2500
 - temperatura minima di applicazione 260 K
 - Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 giorni
277 K	48 ore
289 K	24 ore

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;
- applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,060 avente le seguenti caratteristiche:
 - contenuto solido > 80%
 - zinco metallico nel film secco > 80%
 - legante epossipoliamicidico
 - peso specifico della miscela > g/l 2500
 - temperatura minima di applicazione 283 K
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85~)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 ore
289 K	6 ore



- e) applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliammidica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,080, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 59%
 - legante epossipoliammidico modificato
 - peso specifico della miscela > g/l 1250
 - temperatura minima di applicazione 283 K
 - sovraverniciatura (con umidità relativa 30 - 70%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

- f) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,050, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 57%
 - legante poliuretano isocianico alifatico
 - aspetto lucido
 - peso specifico della miscela > g/l 1200
 - temperatura minima di applicazione 277 K

- Ciclo per superfici interne - Tabella 26B -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d - si richiamano integralmente le norme di cui ai corrispondenti punti precedenti

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliammidica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,075, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 50~
- legante epossipoliammidico
- peso specifico della miscela > g/l 1.350
- temperatura minima di applicazione 283 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 90%)

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

- g) applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,150, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 7~
 - legante epossidico
 - aspetto lucido
 - peso specifico della miscela > g/l 1500
 - temperatura minima di applicazione 283 K



TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 4. 1. 1/ a	Primer zincante inorganico	26. 4. 4. 1. 2/ c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/b	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	a	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco	u	≥ 76%	o	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
legante	r	silicato di etile	a	epossipoliamidico	epossipoliamidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicazione	A	260 K	a	283 K	283 K	277 K
sopravverniciature alle diverse temperature	S a 2 ¼	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	S t 3	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 4. 2. 1/ a	Primer zincante inorganico	26. 4. 4. 2. 1/ c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/b	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	a	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i	≥ 2500	z	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco	u	≥ 76%	o	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
legante	r	silicato di etile	a	epossipoliamidico	epossipoliamidico vinilico	poliuretano isocianico alifatico
temperatura minima di applicaz.	A	260 K	a	283 K	283 K	287 K
sopravverniciature alle diverse temperature	S a 2 ¼	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	S t 3	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	



Art. 29. 3. Grigliati e lamiera

Fornitura e posa in opera di grigliato di acciaio zincato di qualità come da progetto (S355JR), realizzato con profilati pressati ed elettroforgiati o saldati collegati con piatti o quadri ritorti o tondi con maglia da: 25 x 76 mm o similare realizzata con profilati della sezione di: 70 x 4 mm

Fornitura e posa in opera di lamiera per la tamponatura temporanea del lato nord di Fincantieri. La lamiera sarà nei colori e nell'aspetto indicata dalla D.L., costituito da lastre unite per sovrapposizione laterale in corrispondenza della opportunamente ancorate alla sottostante struttura mediante ganci, viti autofilettanti, automaschianti o con altri sistemi appropriati.

Art. 30. Rinfianchi dei Cassoni cellulari

I rinfianchi dei cassoni cellulari saranno realizzati con materiale arido proveniente da cava e granulometria compatibile con il fuso indicato negli elaborati progettuali.

Il materiale sarà posato partendo dal fondo e procedendo per strati in modo tale da garantire la geometria indicata negli elaborati progettuali. Dovranno essere intraprese tutte le misure necessarie per non danneggiare, durante l'operazione di formazione dei rinfianchi, le strutture dei cassoni cellulari posti in adiacenza.

Art. 31. Assestimetri a piastra

Gli assestimetri a piastra sono costituiti da piastre in acciaio, munite di aste rigide prolungabili, su cui periodicamente eseguire livellazioni di precisione.

La piastra in ferro sarà rinforzata lungo le diagonali per evitare eventuali deformazioni.

Al centro delle piastre verrà fissato o saldato l'anello di avvitamento dell'asta rigida di misura, consistente in un tubo filettato, in modo tale che l'asta sia perfettamente perpendicolare alla base della piastra.

L'asta di misura sarà protetta da un rivestimento tenuto coassiale all'asta stessa mediante un anello di invito fissato alla piastra assestimetrica.

L'asta di misura ed il rivestimento dovranno sporgere di poco dal piano campagna. Il rivestimento in sommità dovrà essere munito di un coperchio con lucchetto, a protezione dell'asta di misura. La testa dell'asta di misura dovrà sporgere dal rivestimento, una volta tolto il coperchio, per consentire le misure topo grafiche di controllo.

Dopo l'installazione si eseguirà una misura topografica di controllo, a distanza di qualche giorno dalla posa, per determinare le quote di zero delle piastre.

I cedimenti verranno misurati con strumento ottico di precisione, con l'approssimazione di 1 mm, facendo riferimento a un caposaldo fisso.

Art. 32. Inclinometri

Scopo delle misure inclinometriche è quello di individuare con precisione la deviazione rispetto alla verticale di una sezione di controllo e di valutare nel tempo l'entità, la velocità e la direzione dei movimenti. Le misure vengono eseguite ispezionando con apposite apparecchiature i tubi inclinometrici opportunamente installati.

La strumentazione necessaria per le misure inclinometriche comprende:

- sonda inclinometrica;
- cavo;
- unità di lettura.

La sonda inclinometrica deve essere del tipo biassiale a servoinclinometri e presentare le seguenti caratteristiche tecniche:



- materiale: acciaio inox
- campo di misura: almeno ± 15 gradi sessagesimali;
- distanza fra le ruote (passo-sonda): 500 mm;
- sensibilità all'asse trasverso: $< 0.015\%$ del fondo scala, per grado sessagesimale;
- variazione in temperatura della sensibilità: $< 0.015\%$ della lettura, per grado centigrado;
- variazione in temperatura dello zero: $< 0.01\%$ del fondo scala per grado centigrado;
- sensibilità di lettura: ≥ 20.000 volte il seno dell'angolo α di inclinazione rispetto alla verticale ($20.000 \sin \alpha$);
- temperatura di esercizio: $-10/+40$ °C.

La sonda inclinometrica viene calata nel tubo-guida tramite apposito cavo composito, che ospita i conduttori elettrici ed un cavo di rinforzo. Il cavo deve riportare tacche di misura ogni 500 mm. Il cavo deve essere di qualità e caratteristiche tali da evitare, col tempo o con l'uso, variazioni di lunghezza, variazioni di distanza fra le tacche di misura e lo slittamento tra i conduttori e la guaina esterna in materiale antiabrasivo.

Dovranno essere disponibili più cavi per l'effettuazione di misure su tubi di lunghezza fino a 200 m. L'unità di lettura può essere del tipo manuale o del tipo automatico. In entrambi i casi deve essere in grado di operare correttamente con temperature tra i -10 ed i $+ 40$ gradi centigradi e garantire un'autonomia della batteria di almeno 10 ore.

Art. 33. Telo Impermeabile

I geotessili sono i prodotti utilizzati per costruire strati di separazione, di filtro o di drenaggio per opere in terra. Per geomembrane invece si intendono i prodotti ottenuti a partire da materiali plastici (prevalentemente polimeri) per costituire membrane sottili e flessibili caratterizzate da elevatissime caratteristiche di impermeabilità.

Un pacchetto costituito dal telo in geomembrana in HDPE protetto sia inferiormente che superiormente da geotessili tessuti, ricoprirà le berme di rinfianco dei cassoni fino a rivestire il fondo di ciascun comparto della vasca di colmata come mostrato negli elaborati progettuali. Il telo sarà risvoltato anche a Levante sulla parete della banchina esistente e a Settentrione lungo la linea di costa opportunamente regolarizzata.

La geomembrana in polietilene ad alta densità (HDPE) dovrà avere uno spessore pari ad almeno 2,0 mm ed un peso di volume non inferiore a $0,94 \text{ gr/cm}^3$.

Le prestazioni meccaniche dovranno essere le seguenti:

- resistenza a trazione non inferiore a 350 kN/m^2 ,
- allungamento a snervamento non superiore al 15% (DIN 53455 PK4).

Le eventuali giunzioni realizzate in stabilimento, dovranno essere caratterizzate da un valore della resistenza ultima della saldatura di giunzione maggiore dell'80% U.T.S. (norma EN-ISO 10319). Il materiale dovrà essere conforme alla norma EN 45014, attestante la qualità, il tipo e le caratteristiche del materiale fornito, con preciso riferimento alla data e alla località di consegna.

La geomembrana potrà essere saldata a pezzi tramite processo termico garantito e quindi calata sul fondo e lungo i fianchi della cassa di colmata con l'utilizzo di sommozzatori e palombari.

Per la protezione degli argini di sponda e per facilitare lo scorrimento della geomembrana durante la posa sarà utilizzato un geotessile non tessuto costituito da 100% polipropilene filo continuo spunbonded agglomerato mediante il sistema dell'agugliatura meccanica stabilizzato ai raggi UV.

Il geotessile avrà spessore 2 mm e massa areica non inferiore a 300 g/m^2 resistenza a trazione trasversale non inferiore a 21 kN/m e allungamento a rottura maggiore del 70%. I valori precedenti faranno riferimento alle relative norme DIN EN e EN ISO.

Art. 34. Arredi di Banchina



Le bitte dovranno essere compatibili con un tiro di progetto pari a 100 ton e poste all'interasse definito negli elaborati progettuali. L'ancoraggio delle bitte deve essere eseguito a regola d'arte secondo, i disegni costruttivi, così da non creare inconvenienti durante il montaggio degli arredi.

Le bitte saranno in ghisa sferoidale rispondente alla norma UNI EN124/1995. I bulloni e le piastre saranno in acciaio zincato o inox a caldo secondo norma UNI 5744, con spessore minimo 52 micron.

Secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto saranno forniti e posti in opera parabordi del tipo a manicotto semplice in gomma stirolica a bassa isteresi, di forma cilindrica; la gomma deve avere le seguenti caratteristiche:

- durezza a norma UNI 4916: 75
- 80 gradi Shore A;
- carico di rottura a norma UNI 6065 non inferiore a 15 N/mm²;
- allungamento a rottura a norma UNI 6065 non inferiore a 300 %.

I parabordi di gomma del tipo "a manicotto", aventi in genere diametro esterno doppio di quello interno, salvo diverse indicazioni dei disegni di progetto o della voce di elenco che richiedano un diverso rapporto; in alternativa possono essere costituiti da elementi elastici in gomma-metallo.

In fase di scelta dei parabordi, si dovrà verificare che il diagramma di deformazione garantisca un sufficiente assorbimento dell'energia dell'urto. Altre tipologie di parabordi potranno essere utilizzate pur garantendo le medesime prestazioni in termini di assorbimento dell'energia d'urto.

Scalette alla marinare disposte all'interasse indicato negli elaborati progettuali sono realizzate in acciaio inox e ancorate nel getto della sovrastruttura in calcestruzzo armato mediante zanche.

Art. 35. Gestione delle Acque di Sfiore durante il riempimento della cassa di colmata

Il sistema prevede la realizzazione di un filtro rovescio in sabbia localizzato nella parte centrale del lato di Ponente della cassa. La sabbia dovrà essere ben assortita con diametro medio pari a 1.2mm e coefficienti di uniformità $D_{60}/D_{100} < 20$.

Lateralmente saranno realizzati dei muretti di contenimento in calcestruzzo aperti sul fondo con fori del diametro di 300mm e posti ogni 5m.

Tra il muro ed il filtro in sabbia sarà frapposto un geotessile non tessuto per prevenire l'intasamento dei fori ed il dilavamento del filtro.

Il sistema è completato dalla presenza di tubazioni in PVC certificate che fuoriescono sul lato esterno del muretto di contenimento e scendono fino al piede del cassone per garantire che le acque di sfioro non creino turbolenze e agitazione sul fondo.

Art. 36. Fognature Piazzali di Banchina

La raccolta delle acque bianche superficiali è prevista realizzata con tubi strutturati in polipropilene ad alto modulo elastico, coestruso a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotto in conformità alla norma UNI EN 13476 tipo B, certificato P IIP e UNI/IIP rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici con classe di rigidità pari a SN16 kN/m² in barre da 6 (o 12) m, con giunzione mediante manicotto in PP (OD 250 ÷ OD630) o in PEAD (ID 600 ÷ OD 1200) e guarnizione in EPDM. I tubi saranno raccordati mediante pozzetti di raccolta in calcestruzzo armato classe C35/45.

Le caditoie saranno in ghisa classe D400 (UNI-EN 124). I chiusini dei pozzetti saranno in ghisa classe E600 (UNI-EN 124).

I tubi avranno pendenza variabile come indicato in progetto e saranno protetti con un bauletto in calcestruzzo classe C12/15 semplice.

Le fognature faranno capo ad un impianto di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia e scaricheranno in mare previo attraversamento dei muri di coronamento della banchina.



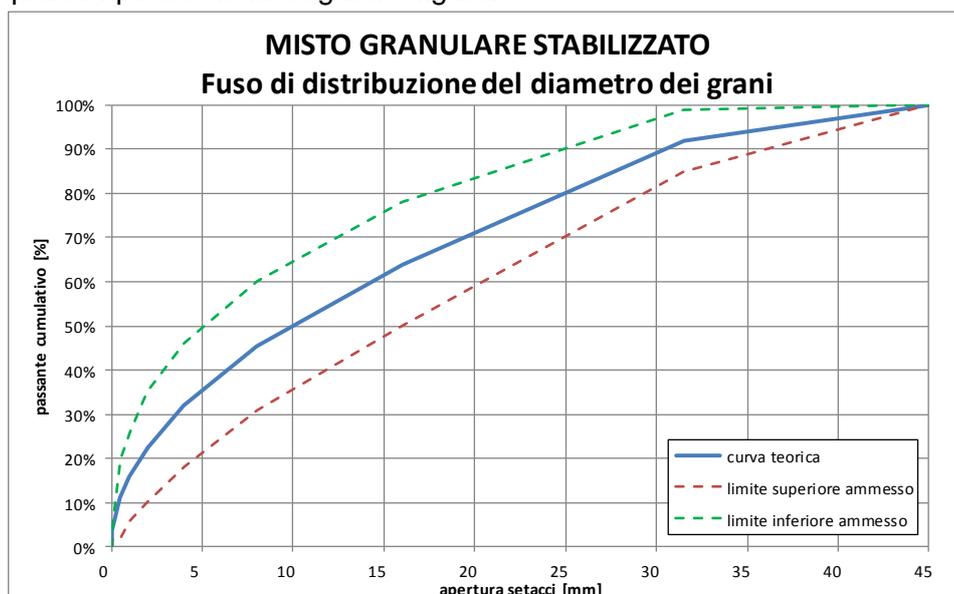
Art. 37. Trattamento acque di prima pioggia

Gli impianti di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia saranno di tipo prefabbricato e tratteranno le portate di prima pioggia come definite in progetto. Saranno costituite da un sistema che raccolga le portate di prima pioggia e devi quelle eccedenti, un vano di sedimentazione ed uno di disoleazione. La disoleazione sarà ulteriormente garantita dall'applicazione di un filtro a coalescenza. Il dimensionamento e le volumetrie saranno conformi a quanto indicato dalla normativa UNI EN 858-2.

Art. 38. Pavimentazioni per il Piazzale della Cassa di Colmata

Strati di fondazione

La fondazione è costituita da materiali provenienti dagli scavi dei cantieri del 3^a valico, opportunamente vagliati e frantumati al fine di ottenere un fuso granulometrico compatibile con quanto riportato nella seguente figura.



Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

Le caratteristiche di portanza attese dovranno essere accertate a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Impresa, dovrà essere allontanato dal cantiere.

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



Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivo spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

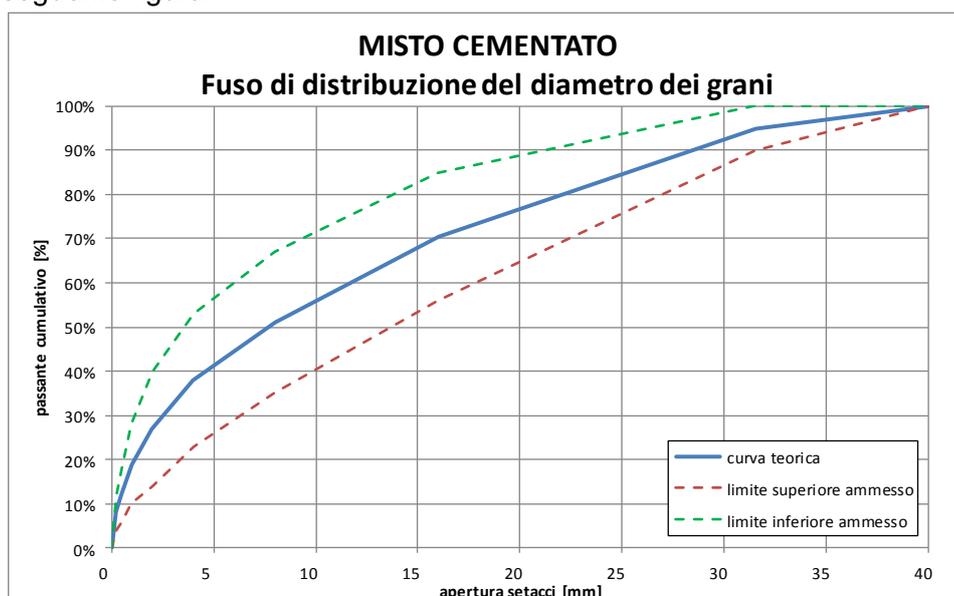
Il valore del modulo di deformazione nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a $M_d=360 \text{ kg/cm}^2$.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese, dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

Fondazione in misto cementato

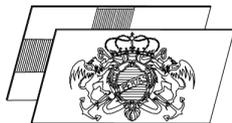
Il misto cementato per fondazione sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei costituiti da materiali provenienti dai cantieri del 3° valico, impastata con cemento e/o calce ed acqua con dosatori a peso o a volume, da stendersi per lo spessore indicato in progetto.

Gli inerti dovranno possedere un fuso granulometrico compatibile con quanto riportato nella seguente figura.



Il legante da utilizzare potrà essere cemento normale oppure calce idraulica o, infine, una miscela dei due ad opportuno dosaggio.

La natura dei leganti da utilizzare ed il relativo dosaggio necessario per ottenere caratteristiche meccaniche compatibili con quanto previsto in progetto scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.



L'acqua di impasto dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 – 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e/o calce, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\square 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

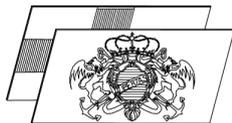
Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Appena completati il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

Il valore del modulo di deformazione al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a $Md=1900 \text{ kg/cm}^2$.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.



STRATO DI BASE

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R. B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

TABELLA "BITUMI DI BASE"		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 85	85 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1



TABELLA "BITUMI DI BASE"	BITUME "A"	BITUME "B"	
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ + 10 / ≤ 283

L' indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = 20 u - 500 v / u + 50 v$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25°C.).

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
Setaccio 2	20 ÷ 40
Setaccio 0,4	6 ÷ 20
Setaccio 0,18	4 ÷ 14
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso



la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.



Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Strati di collegamento (binder)

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà costituita da uno strato di collegamento (binder), secondo quanto stabilito nel progetto e dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").



Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953, ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5$ mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80



Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità valgono le stesse prescrizioni

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.



Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da kg 0,3 a kg 0,6 per ogni 100 kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con 1' Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

Art. 39. Esecuzione di attraversamenti interrati con sistema oleodinamico (spingitubo)

Per sottopassare la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia esistente sarà utilizzata la tecnica dello spingitubo, come descritto dagli elaborati progettuali. La tecnica dell'infissione oleodinamica di monoliti è fondamentale per garantire, durante i lavori, il mantenimento dell'esercizio ferroviario, riducendo al minimo le interferenze con lo stesso; nell'ambito dei lavori di realizzazione di sottopassi ferroviari, consiste nella costruzione fuori opera, in apposita area (fosso di varo), di un manufatto prefabbricato (monolito) il quale viene successivamente posto in esercizio sotto il binario attraverso la spinta, con scavo in avanzamento, a mezzo di martinetti idraulici.

Le attività da eseguire sono dunque le seguenti:

- Realizzazione della "platea di varo" e del "muro reggispingita";
- Realizzazione del monolito in c.a.;
- Installazione delle apparecchiature di spinta (martinetti idraulici, prolunghe, ecc.);



- Montaggio sistema di sostegno del binario;
- Scavo in avanzamento e Infissione oleodinamica del monolito;
- Smontaggio sistema di sostegno del binario;
- Realizzazione opere di completamento del sottopasso.

In fase di progettazione esecutiva/costruttiva del monolito, particolare attenzione dovrà essere posta alla definizione della geometria del manufatto, con riferimento alla parte anteriore dello stesso (rostro), ed alla distanza tra il piano del ferro e l'estradosso c.a. della soletta superiore del monolito. L'esecuzione sarà eseguita dalla fossa di spinta debitamente predisposta, le cui dimensioni e caratteristiche saranno conformi a quanto stabilito nelle tavole di progetto e dai calcoli dimensionali. Questi dovranno essere prodotti preventivamente dall'Appaltatore e consegnati alla Direzione Lavori.

Art. 40. **Jet grouting**

Si prevede la realizzazione sia di colonne ellittiche con funzione di paratia di sostegno degli scavi ed impermeabilizzazione che di colonne circolari per la realizzazione di tappi di fondo.

Mentre nelle colonne circolari la rotazione delle aste è a velocità costante, per le colonne ellittiche la velocità di rotazione è variabile ($V+$ e $V-$) ed associata a settori $S+$ e $S-$; gli altri parametri fondamentali del jetting rimangono costanti a prescindere dal settore.

Nelle colonne ellittiche esistono due settore $S+$ di pari ampiezza, diametralmente contrapposti, e quindi due settori $S-$ di dimensioni ridotte; non si ha più un diametro nella colonna generata, ma una lunghezza longitudinale ed uno spessore minimo della colonna S_{min} . L'ampiezza del settore $S-$ determina lo spessore massimo della colonna S_{max} ed ha influenza sull'intera geometria della colonna e sul suo spessore minimo S_{min} .

Nel caso di impiego come paratie le colonne ellittiche sono compenstrate tra loro ad un interasse minore della lunghezza longitudinale; vengono realizzate in sequenza (a fresco) od in sequenza alternata (colonne primarie / secondarie).

Le dimensioni minime degli assi dell'ellisse da realizzare sono:

- $D+=80\text{cm}$;
- $D-=50\text{cm}$

Prima di procedere all'esecuzione di colonne di terreno consolidato, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese una serie di "colonne di prova" atte a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a determinare i valori ottimali delle pressioni di iniezione, delle velocità di rotazione e di estrazione delle aste e dei dosaggi della miscela.

Le colonne di prova saranno eseguite in terreni aventi caratteristiche identiche a quelle su cui si dovrà operare. Il numero e le lunghezze delle colonne di prova saranno concordate con la Direzione Lavori sulla base della eterogeneità dei terreni da trattare, dei parametri progettuali e dell'importanza dell'intervento.

Successivamente, a cura e spese dell'Impresa, la serie di prove sarà scoperta per almeno 5 m e sottoposta ad esame visivo al fine di verificarne: diametro reso, regolarità, buona conformazione e, ove richiesta, l'avvenuta compenestrazione. Su alcune delle colonne di prova sarà eseguito un carotaggio continuo di diametro non inferiore a 100 mm per l'intera lunghezza della colonna. La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna ed il valore dell'R.Q.D. non dovrà essere inferiore al 70%. Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette ed accompagnate da una descrizione dettagliata del grado di continuità dei campioni estratti, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero dei giunti e della eventuale presenza di lenti di terreno non consolidato. Saranno inoltre



eseguite prove di laboratorio su campioni indisturbati per accertare rigidezza, resistenza e, ove richiesto, permeabilità del materiale consolidato. La resistenza a compressione monoassiale verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Qualora la serie delle colonne di prova non fornisca soddisfacenti garanzie in ordine alla regolarità ed alla buona conformazione delle colonne stesse o i risultati dei carotaggi e delle prove in sito ed il laboratorio fossero giudicati inaccettabili, si renderà necessaria la realizzazione di nuove serie di colonne di prova fino ad ottenere risultati soddisfacenti.

Nel caso in cui ciò non risultasse possibile per la natura dei terreni, il trattamento colonnare dovrà essere considerato irrealizzabile.

Controlli e documentazione

In fase di realizzazione dell'opera, l'esecuzione di ogni trattamento colonnare, sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale dovranno essere registrati i seguenti dati:

- identificazione della colonna;
- data di inizio della perforazione e termine di iniezione;
- profondità e modalità di perforazione con inizio e fine tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- eventuale armatura, sua lunghezza e caratteristiche.

I materiali costituenti la singola armatura dovranno essere certificati dal produttore. Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

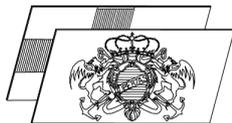
I controlli in fase esecutiva, sui trattamenti colonnari, da eseguire a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con quelli definiti nella fase sperimentale e nel rispettare le tolleranze richieste.

Il diametro delle colonne e la resistenza a compressione monoassiale dovranno essere accertati mediante carotaggio a rotazione con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale, \square 100 mm, con la frequenza di almeno 3 carotaggi ogni 50 colonne eseguite.

I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei punti scelti dalla Direzione Lavori, con andamento radiale rispetto all'asse della galleria ed ortogonale rispetto all'asse della colonna e dovranno essere spinti per l'intero spessore delle colonne stesse fino a penetrare nel terreno naturale. Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici. In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza > 100 mm:

$$\text{R.D.Q.} = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \geq 100}{\text{lunghezza perforata}} \times 100$$

Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in Laboratorio per le prove di resistenza a compressione, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, la resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.



Il corretto posizionamento delle colonne, la lunghezza e le eventuali deviazioni dell'asse saranno verificati mano a mano che procedono gli scavi in sotterraneo.

La Direzione Lavori potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura dell'Impresa.

Art. 41. Micropali

Specifiche materiali

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

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

Soggezioni geotecniche ed ambientali

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Di norma le perforazioni saranno quindi eseguite in presenza di rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno consistere in:

- acqua
- fanghi bentonitici
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla Direzione Lavori.

Previa comunicazione alla Direzione Lavori potrà essere adottato la perforazione senza rivestimenti, con impiego di fanghi bentonitici.

Tolleranze

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro del micropalo: ± 2 cm
- scostamento dell'inclinazione dall'asse teorico: ± 2 %
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro finito: ± 5 %
- quota testa micropalo: ± 5 cm.

Perforazione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min. e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata > 10 m³ /min
- pressione 8 bar.



Allestimento del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione. Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

Cementazione

Il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno > 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso fosse previsto il riempimento a bassa pressione, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5 - 0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Controlli e documentazione

Per ogni micropalo eseguito l'appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n. del micropalo e data di esecuzione (con riferimento ad una planimetria)
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
 - utensile
 - fluido
 - rivestimenti
 - caratteristiche dell'armatura
 - volume dell'iniezione di guaina
 - caratteristiche della miscela utilizzata:
 - composizione
 - peso specifico
 - viscosità Marsh
 - rendimento volumetrico o decantazione

dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura.



Art. 42. Barre autoporforanti

Trattasi di tirante passivo iniettato secondo UNI EN 14199 realizzato con elemento portante in acciaio rispondente a tutte le prescrizioni della presente voce di capitolato.

L'elemento portante è costituito da una barra cava in acciaio da costruzione a grano fine ad elevata resilienza S 460 NH secondo la norma europea EN 10210 e il D.M.14.01.2008 avente le caratteristiche di resistenza minime indicate negli elaborati di progetto. La tensione caratteristica di snervamento f_{yk} è $400 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yk} \leq 600 \text{ N/mm}^2$.

La barra cava è provvista lungo tutta la lunghezza di una filettatura continua da calcestruzzo armato secondo le prescrizioni della relativa normativa e di geometria tale da garantire la limitazione dell'ampiezza delle fessurazioni nel corpo d'iniezione in cemento a valori inferiori a 0,1 mm.

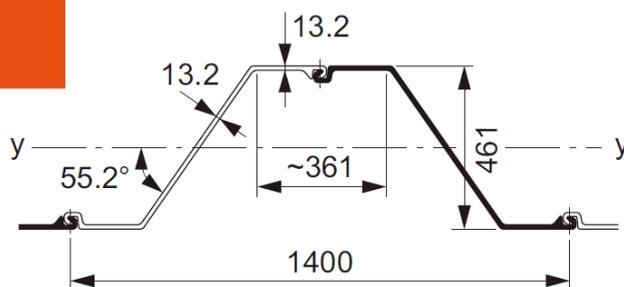
È richiesta specifica omologazione tecnica per impiego permanente con definizione dei campi d'impiego possibili tra i quali devono essere compresi i carichi di compressione e di trazione ed i carichi alterni. L'omologazione tecnica precisa inoltre le fasi di installazione dei tiranti.

La perforazione attraverso il terreno avverrà a rotopercolazione senza camicia, con martello esterno e punta di perforazione scelta in funzione del tipo di terreno con iniezione di sospensione acqua/cemento inserendo almeno ogni 3 metri un distanziatore in acciaio di diametro 88 mm secondo il procedimento ed i parametri di posa previsti dall'omologazione. Il rapporto acqua/cemento a/c della sospensione d'iniezione finale deve essere pari a $0,4 \div 0,5$.

Art. 43. Palancolati

Trattasi di palancole tipo LARSEN di qualità come da norma EN 10248, qualità di base S 270 GP e S355 GP, profili normali della lunghezza di: da 6,00 a 13,00 m di tipologia AZ28 lato innesto manufatto a spinta e di tipologia AZ39 nel tratto prima vasca di sedimentazione.

AZ 28-700



Prima dell'infissione dei palancolati, l'impresa esecutrice dichiarerà di aver preso visione del Progetto Esecutivo con particolare attenzione ai documenti che descrivono la stratigrafia e i parametri geotecnici del sito. L'Appaltatore potrà, a sua cura e spesa, realizzare ulteriori indagini geognostiche e prove d'infissione aggiuntive che per essere ritenute valide dovranno essere realizzate in contraddittorio con la Direzione Lavori.

Prima dell'infissione dei palancolati, l'Appaltatore dovrà verificare, secondo le modalità ritenute più opportune, la presenza di trovanti lungo la verticale degli allineamenti d'infissione che potrebbero ostacolare la penetrazione dei singoli elementi nel terreno o deviarli rispetto alla loro verticale.

Prima dell'inizio delle rispettive attività, l'Appaltatore dovrà redigere una procedura che descriva le modalità operative, le fasi di cantiere ed il programma.

Per quanto riguarda l'attività d'estrazione e d'infissione dovranno essere aggiunti i dettagli della procedura che si intende seguire. Questa svilupperà almeno i seguenti aspetti:



- le modalità di movimentazione degli elementi di palancole ed i percorsi che si intende seguire;
- lo schema d'infissione degli elementi e la fasizzazione temporale;
- le modalità di sollevamento, di posizionamento e d'infissione;
- l'individuazione dei mezzi operative e delle macchine.

Negli elaborati dovrà essere data evidenza del rispetto delle specifiche di progetto.

Tutta la documentazione sopra descritta assieme a quella inerente alle modalità di fornitura, ai piani operativi e alle altre opere provvisionali, dovrà essere consegnata con congruo anticipo rispetto alla data prevista di inizio delle lavorazioni in modo da permettere l'Approvazione della Direzione Lavori e non causare ritardi alle attività.

La movimentazione e lo stoccaggio delle palancole in cantiere dovrà essere eseguita in modo tale da evitare danni gravi alla rettilineità delle palancole, ai gargami e alla verniciatura. Utili indicazioni sono riportate nell'Appendice A della norma UNI EN 12063 "Esecuzione di Lavori Geotecnici Speciali – Palancole". Dovranno in particolare poi essere seguite le direttive specifiche impartite dai produttori e dai fornitori degli elementi strutturali.

Gli elementi dovranno essere stoccati in modo tale da essere sollevati con facilità nella sequenza d'uso. I diversi tipi di palancole dovranno essere contrassegnati in modo appropriato e stoccati separatamente. Per evitare il rischio d'incurvamenti, le pile dovranno essere opportunamente sostenute da appoggi in legno o dispositivi simili come indicato con riferimento ai profili a Z accoppiati, nella figura A6 della normativa precedentemente richiamata. Per evitare il danneggiamento degli elementi preverniciati dovranno essere inseriti distanziatori tra le singole palancole della pila. Il numero ed il passo dei distanziatori per evitare l'incurvamento degli elementi sarà definito anche in accordo con le specifiche del produttore.

Prima dell'infissione tutti gli elementi dovranno essere riparati dalle intemperie e mantenuti in un luogo asciutto. Questa prescrizione è particolarmente importante per garantire che le guarnizioni impermeabilizzanti, installate nei gargami, si mantengano perfettamente integre e funzionanti.

Si dovranno utilizzare dispositivi speciali per il sollevamento che non danneggino gli elementi strutturali, la verniciatura e i gargami. In particolare durante la movimentazione con catene o cavi d'acciaio dovranno essere usate protezioni onde evitare il danneggiamento di quest'ultimi. Nel caso degli elementi di palancole di lunghezza pari a 25 m si consiglia l'utilizzo della procedura di sollevamento descritta nella figura A4 della normativa precedentemente richiamata. Le pinze con presa ad attrito potrebbero sganciarsi in modo inaspettato, per questo motivo non dovranno essere utilizzate per la movimentazione delle palancole a meno che non vengano adottate misure di sicurezza supplementari. Per il sollevamento è opportuno valutare l'utilizzo di accoppiatori di pannelli da utilizzare per infilare più velocemente il gargame della palancole in attesa di essere infissa in quello dell'elemento già posto in opera.

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

La realizzazione dei palancole provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'appaltatore allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.



L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti. L'allineamento e la posizione delle palancole potranno essere facilitate dall'impiego di un telaio guida metallico. Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale. La massa battente del battipalo agirà su una cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'appaltatore dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo
- principio di funzionamento:
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta
- peso del battipalo

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'appaltatore in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

I piani di lavoro dovranno essere adeguati alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare; la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

Si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano palancolato:	± 3 cm
- verticalità:	$\pm 2\%$
- quota testa:	± 5 cm
- profondità:	± 25 cm

In generale, durante l'infissione dei palancolati, la forza centrifuga esercitata dal vibroinfissore o quella d'impatto del battipalo deve essere applicata in posizione baricentrica rispetto alla sezione dell'elemento da infiggere. Nel caso specifico dei palancolati semplici la posizione baricentrica teorica dovrà essere aggiustata per prendere in considerazione l'effetto dovuto all'attrito tra i gargami che agisce su un solo lato.

Durante l'infissione gli elementi di palancolato dovranno sempre essere guidati, anche in dipendenza della loro maggiore o minore rigidità e delle forze d'infissione realmente sviluppate in questa fase. Per garantire che al termine dell'infissione la posizione reale coincida con quella di progetto, il sistema delle guide dovrà essere sufficientemente stabile, rigido e resistente. Le palancole dovranno essere guidate in due o più punti (a seconda della rigidità degli elementi da infiggere e dalla stratigrafia del terreno) che dovranno essere fra di loro più distanti possibile.

Nella guida inferiore saranno posizionati opportuni blocchi spaziatori.

I primi elementi dei palancolati semplici dovranno essere posizionati con cura straordinaria: La perfetta verticalità di questi elementi assicurerà un miglior aggancio delle palancole successive ed il mantenimento dell'errore accumulato progressivamente nei limiti di tolleranza ammissibili.

La sommità degli elementi da infiggere dovrà risultare piana ed ortogonale al loro asse. La testa sarà conformata in modo tale che la forza centrifuga o di impatto sia introdotta e trasmessa all'intera sezione trasversale. Nel caso dell'utilizzo di un battipalo sarà predisposta un'apposita cuffia, mentre se sarà utilizzato un vibroinfissore, le ganasce dovranno essere opportunamente conformate.



L'infissione dovrà avvenire in modo tale che le palancole siano inserite diritte, verticali, parallele l'una all'altra e alla spaziatura prevista e in modo tale da non arrecare danno alle strutture vicine.

Prerequisiti affinché ciò possa avvenire sono una buona guida delle palancole durante il loro posizionamento iniziale ed il mantenimento di una corretta sequenza di infissione; inoltre è necessaria un'adeguata attrezzatura di infissione, sufficientemente pesante, rigida e diritta.

La sequenza di infissione dovrà essere indicata dall'Impresa ed approvata dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere adottate speciali cautele affinché, durante l'infissione, i gargami liberi non si deformino e rimangano puliti così da garantire una guida funzionale alla palancola successiva. Per ridurre l'attrito tra i gargami, gli stessi potranno essere raffreddati mantenendoli bagnati oppure provvedendo a lubrificarli con prodotti specifici. Su questo e gli altri aspetti operativi potrà essere consultata la casa produttrice dei palancolati.

Localmente, laddove il terreno si presentasse particolarmente addensato o consistente oppure dove fossero rinvenuti trovanti di calcestruzzo, per facilitare l'infissione, potranno essere effettuati degli alleggerimenti preventivi del terreno mediante trivellazioni effettuate con l'opportuna attrezzatura.

Se ritenuto utile, previa approvazione della Direzione Lavori, il fondo delle palancole da infiggere potrà anche essere equipaggiato con ugelli per l'erogazione di acqua ad alta pressione per ridurre la resistenza opposta dal terreno all'infissione della palancola. L'allestimento di questo dispositivo non potrà essere riconosciuto come un onere aggiuntivo rispetto agli importi previsti nel contratto.

In merito alle tolleranze d'infissione, dovranno essere rispettati i seguenti valori:

- Tolleranza di verticalità: il disassamento angolare massimo rispetto alla verticale è del quattro per mille nelle direzioni perpendicolare e parallela al piano di giacitura del palancolato;
- Tolleranza planimetrica: lo scostamento massimo dell'asse dei palancolati rispetto agli assi di tracciamento è di ± 30 mm. Il rispetto di tale limite non solleva l'Appaltatore dal garantire la perfetta chiusura reciproca tra i lati continui di palancolato;
- Quota di estradosso del palancolato: lo scostamento massimo rispetto alle quote di progetto è pari a ± 20 mm.

Dovrà essere inoltre sempre garantita l'integrità dei gargami e il perfetto accoppiamento tra palancole adiacenti.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'appaltatore dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Tutta l'attività d'infissione dovrà sempre essere seguita scrupolosamente per verificare costantemente il raggiungimento dei requisiti progettuali e della configurazione finale prevista. Sarà quindi cura particolare dell'Appaltatore procedere alle verifiche sia della posizione iniziale che delle fasi intermedie soprattutto durante i primi metri di infissione. In questa fase infatti anche le più piccole deviazioni dalla posizione prevista (inclinazione, fuori piombo, disallineamento, ecc.) producono importanti disallineamenti al piede delle palancole e dovranno essere quindi immediatamente corretti. In questi casi è opportuno sfilare l'elemento e procedere ad una nuova infissione.

L'osservazione dovrà essere ancora più attenta e scrupolosa laddove ci sia maggior possibilità di incontrare trovanti e discontinuità stratigrafiche.

Se l'infissione di un elemento dovesse rallentare sensibilmente converrà arrestarla completamente. Nel caso in cui si opti per la vibroinfissione, si ricorda la necessità di seguire le raccomandazioni di infissione fornite dal produttore delle guarnizioni poste tra i gargami delle palancole. Se non si riesce a completare l'infissione di una palancola, potrà essere inserita la palancola seguente, rimandando



ad un successivo tentativo l'infissione della precedente. In questi casi è solitamente opportuno sfilare la palancola e reinfiggerla.

Nel caso in cui si verificasse che un elemento è danneggiato, anche una volta che la sua infissione è già cominciata, quest'ultimo dovrà essere estratto e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Nel corso dell'infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'appaltatore dovrà controllare la posizione planoaltimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'appaltatore dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

e tutte le osservazioni ritenute significative quali le durate di possibili fermi macchina, gli eventuali trattamenti preventivi del terreno, le variazioni nelle modalità di infissione/estrazione, tutti gli eventi imprevisti avvenuti.

La scheda così compilata sarà conservata a cura appaltatore a disposizione della Direzione Lavori; copia della scheda va consegnata al Responsabile del CQ dell'appaltatore come documentazione di certificazione della qualità. In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, l'appaltatore procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie, ove previsto, saranno estratte associando tiro e vibrazione, monitorando le vibrazione in modo da porre attenzione a non danneggiare strutture vicine.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione. A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata e il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

Nel cantiere dovrà essere realizzata un'area tecnica in cui i palancolati estratti potranno essere lavati prima che vengano allontanati dal cantiere stesso. Durante l'attività di vibro-estrazione sarà opportuno predisporre degli elementi sagomati che raschino grossolanamente la superficie delle palancole durante la loro estrazione. A seguito dell'estrazione le palancole saranno caricate su carrelli e rimorchiati nell'area tecnica predisposta in cantiere per il loro lavaggio. Si avrà cura di verificare che i carrelli siano dotati di sponde destinate a contenere in maniera efficace il materiale che si potrebbe staccare dalla superficie delle palancole durante il tragitto fino all'area attrezzata al lavaggio.

Art. 44. Barriere e parapetti

Generalità

Le barriere di sicurezza stradali che verranno installate lungo i cigli della piattaforma stradale sul manufatto idraulico di via Merano, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive



previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L., sono di tipo H3 bordo ponte (elaborato D039).

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 03-06-1998:

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

- Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- D.M. 14-01-2008;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;
- Decreto del Ministero LL.PP in data 21-06-2004;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 3533 del 20-09-2005;
- Circolare Ministero LL.PP. n. 753 del 20-3-2006;
- Circolare Ministero Trasporti. n. 104862 del 15-11-2007.

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 03-06-1998 e ss.), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazione ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crash-test) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000 e ss).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990 e



successive, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti .

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

Parapetti metallici

I parapetti da installare saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1,2 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti dovranno rispondere alle norme vigenti .

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme UNI corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M..

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della Direzione Lavori

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità B450C ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.



I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53.

Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15-10-1996 e del 06-04-2000 e successive integrazioni, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., .Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport – Francia;
- TÜV BAYERN SACHSEN E. V. – Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstrae, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

Art. 45. Cabine elettriche prefabbricate parzialmente assemblata in stabilimento

Cabine elettriche costruite nel rispetto della specifica Enel DG2092 rev.2 del 01/07/2011 ed hanno come caratteristica comune la larghezza di cm 250 esterno (cm 230 interno), mentre la lunghezza può essere variabile. Esse sono parzialmente assemblate in stabilimento in modo da consentire una fase di monitoraggio più snella, considerando che quasi la totalità degli accessori e dotazioni vengono installati in stabilimento.

Le cabine hanno due porte in vtr a due ante da cm 120x215 con serratura nazionale e cartello monitore e una in vtr ad un'anta da cm 60 x 215 con serratura e cifratura libera e sono dotate di:

- N. 2 griglie di areazione in vtr da cm 120 x h50 – DS927
- N.1 passante per passaggio cavi temporanei diametro 80 mm
- N.1 passante per passaggio del rack diametro 80 mm
- N.1 plotta removibile in vtr da cm 60x60 per accesso vasca da locale misure
- N.1 plotta removibile in vtr da cm 100x60 per accesso vasca da locale Enel
- N.2 aspiratori eolici con cuscinetto a bagno d'olio.
- N.3 plotte in vtr da cm 80x25x4 per scomparti MT



- N.2 connettori interno esterno in acciaio inox inseriti nelle pareti della vasca di sottopavimento
- N.2 quadretti per SA tipo DY3016/1
- N.1 supporto in acciaio zincato per sostegno quadri BT
- N.1 serie di scivoletti in PVC per rialzo uscio porte
- N.1 serie di flange a prefrittura inserite nelle pareti della vasca di sottopavimento
- N.1 targa di identificazione cabina
- N.3 lampade a plafoniera stagna complete di lampade a basso consumo
- N.6 kit passacavi stagni
- N.1 impianto di terra interno alla cabina
- N.1 impianto di terra esterno alla cabina costituito da anello di corda in rame da 35 mm e da 4 paline zincate l=160 poste ad 1 metro dai vertici del rettangolo

La vasca di sottopavimento è di tipo monolitico ed è completa di flange a rottura prestabilita che mediante l'inserimento di appositi passaggi stagni consentono in modo sicuro il passaggio dei cavi in entrata e uscita.

Le pareti interne delle cabine vengono trattate con pitture a base di resine sintetiche di colore bianco.

Tutte le pareti esterne vengono trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente, costituito da resine pregiate, polvere di quarzo, colore RAL 1011 della scala RAL-F2.

L'elemento di copertura è impermeabilizzato mediante stesura a caldo di guaina bituminosa ardesiata spessore 4 mm, nelle fasce visibili è trattato con pittura analoga alla sopraccitata ma con RAL 7001 della scala RAL-F2.

Di questa tipologia esecutiva fa parte il modello DG2092 rev.2 che comprende il locale Enel ed il locale misure nella stessa cabina pur se divisi fra di loro da una parete divisoria.

Art. 46. Fondazioni e manti stradali

L'Appaltatore dovrà ripristinare le pavimentazioni stradali e dei marciapiedi, demolite in fase di scavo, nelle condizioni in cui si trovavano prima dei lavori.

Preliminarmente alla demolizione delle superfici bituminose esistenti, sarà eseguito il taglio mediante disco diamantato lubrificato e raffreddato ad acqua fino alla profondità delle struttura bituminosa esistente.

I sottofondi e le massicciate stradali da ripristinare saranno estesi circa 20 cm. oltre il bordo degli scavi e quando l'assestamento dei rinterri sarà ultimato l'Appaltatore scaverà il cassonetto di spessore sufficiente alla stesura della massicciata o del sottofondo. Il fondo del cassonetto sarà



rullato o compattato con mezzi meccanici, eventualmente con una stesura superficiale di materiale granulare come ghiaia, sabbia, ecc., in modo da formare un solido appoggio alle strutture stradali.

Il sottofondo stradale costituito da materiale di cava (tout-venant stabilizzato), steso a strati, moderatamente inaffiato, compatto e cilindrato con rullo da 14-16 tonnellate, fino al completo assestamento ed al raggiungimento della quota prescritta di 0.05 m

I bitumi e gli asfalti impiegati nelle costruzioni stradali dovranno essere conformi alle norme contenute nei fascicoli: 2/1951, 311958, 6/1956 e 711957 editi dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Il tappeto di usura in conglomerato bituminoso chiuso, eseguito con materiali rispondenti alle norme C.N.R. con spessore pari 0.04 m.

A seguito della rottura del marciapiede per la posa delle condotte, è previsto il rinterro fino ad una quota di circa 17 cm. Successivamente è prevista la posa di una rete elettrosaldata annegata in uno strato di calcestruzzo di sottofondazione di circa 15 cm di spessore. Infine è prevista la posa di asfalto colato di spessore 18 mm con relativa rullatura per ripristinare le quote originarie

Art. 47. Membrana impermeabilizzante in teli

Membrana impermeabilizzante bitume distillato polimero elastoplastomerica, di spessore da progetto (EN 1849-1) misurato sulla cimosa, con marcatura CE conforme UNI EN 13707 ed UNI EN 14695, a base di bitume distillato, plastomeri ed elastomeri, con armatura composita in "tessuto non tessuto" di poliestere. La membrana dovrà rispettare i seguenti parametri secondo progetto:

- classe di reazione al fuoco (secondo EN 13501-1),
- resistenza a trazione e un allungamento a rottura (secondo EN 12311-1)
- una resistenza alla lacerazione (secondo EN12310-1)
- una stabilità dimensionale a caldo (secondo EN 1107-1)
- una flessibilità a freddo (secondo EN 1109)
- una stabilità di forma a caldo (secondo EN1110)
- una forza di adesione (EN 13596)
- una resistenza allo sforzo di taglio
- una compatibilità per condizionamento termico (EN 14691)

La membrana, dovrà essere resistente alla compattazione del conglomerato conforme EN 14692 e resistente alla stesura dell'asfalto colato conforme EN 14693, superando la prova di impermeabilità dinamica.



Art. 48. **Monitoraggio dei cedimenti durante le fasi di realizzazione delle colonne in jet grouting e delle sottomurazioni.**

Il monitoraggio ha lo scopo di controllare l'integrità dei fabbricati posti nelle immediate vicinanze del cantiere, in particolare con riferimento alle operazioni di realizzazione delle colonne jet – grouting e delle sottomurazioni previste in progetto.

In funzione dell'importanza dell'obiettivo da monitorare si individueranno due tipologie di monitoraggio:

1) Edifici di importanza primaria:

Per questa tipologia di edifici si prevede una procedura automatizzata con letture in continuo di spostamenti e rotazioni. L'attrezzatura da utilizzare sarà costituita da:

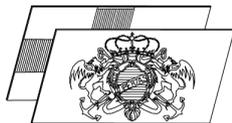
- Ricevitori satellitari per monitoraggio
- Inclinatori biassiali di alta precisione
- Stazione informatizzata robotizzata automatica
- Distanziometri industriali di alta precisione

La procedura di realizzazione del piano di monitoraggio sarà strutturata come segue:

- Si deve prima di tutto realizzare una rete d'inquadrimento che sarà costituita da quattro stazioni satellitari permanenti poste all'esterno dell'area da monitorare. La stazionabilità dei siti sarà preventivamente verificata attraverso la ricettività dei satelliti e la verifica dell'assenza d'interferenze sulle frequenze scelte per le comunicazioni dati interne al sistema di monitoraggio;
- Si materializzano i punti di controllo su ciascuno degli edifici da monitorare (ad esempio in sommità) installando una stazione permanente satellitare e un inclinometro biassiale per ciascun punto di controllo. Per il monitoraggio di eventuali movimenti orizzontali del piede degli edifici saranno posizionati distanziometri industriali ad alta precisione;
- In funzione delle determinazioni del Progetto Esecutivo, verranno stabiliti dei valori di soglia di cedimenti, rotazioni e torsioni degli elementi da monitorare;
- La stazione informatizzata automatica leggerà con frequenza prestabilita le posizioni x,y e z di ciascuna stazione installata;
- Si procederà, con cadenza concordata, alle letture sugli inclinometri e sui distanziometri.

Qualora le letture automatiche delle coordinate delle stazioni satellitari mostrino valori di spostamenti o rotazioni che superano i livelli di soglia stabiliti saranno inviati in automatico comunicazioni di allerta alle figure preposte al controllo ed alla sicurezza dei lavori e degli edifici interessati.

I dettagli del piano di monitoraggio saranno definiti sulla base delle determinazioni del Progetto Esecutivo. In questa sede si raccomanda il monitoraggio in continuo per le strutture dello stabilimento di Fincantieri (fondazioni in prossimità degli scavi), per l'edificio all'angolo opposto tra via Bressanone e via Merano (già durante le operazioni di scavo del microtunnelling per la risoluzione dell'interferenza con gli oleodotti), per gli edifici prospicienti a piazza Claverino (già



durante le operazioni di scavo del pozzo di ricezione del microtunneling per la risoluzione dell'interferenza con gli oleodotti) e per gli edifici minori posti ai lati del rio Molinassi.

2) Edifici e strutture di importanza secondaria:

Per questa tipologia di opere si procede al monitoraggio manuale delle coordinate di un numero prestabilito di punti materializzati sugli edifici da controllare.

L'attrezzatura necessaria sarà costituita da:

- Livello elettronico di precisione
- Mire ottiche fisse

La procedura di realizzazione del piano di monitoraggio sarà strutturata come segue:

- Si procede alla realizzazione di tre caposaldi di precisione posti sufficientemente al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- Si materializzano i punti di controllo su ciascuno degli edifici da monitorare installando una mira ottica per ciascun punto da monitorare.
- Verranno stabiliti dei valori di soglia di cedimenti, rotazioni e torsioni degli elementi da monitorare;
- Si procederà, con cadenza concordata, alle letture di orizzontalità con livello elettronico.

Qualora le letture manuali delle coordinate delle mire ottiche mostrino valori di spostamenti o rotazioni che superano i livelli di soglia stabiliti saranno inviati avvertiti tempestivamente le figure preposte al controllo ed alla sicurezza dei lavori e degli edifici interessati.

Qualora i valori di soglia vengano superati durante le fasi di realizzazione delle opere si provvederà ad arrestare immediatamente i lavori e a valutare l'esaurimento nel tempo dei cedimenti. Qualora si dovesse verificare il progredire dei cedimenti e delle distorsioni sarà necessario ritombare gli scavi eventualmente effettuati per ripristinare uno stato tensionale sufficientemente simile alla situazione ante operam.

Qualora i valori di soglia vengano superati durante le fasi di realizzazione delle colonne jet grouting si provvederà immediatamente ad arrestare le operazioni e a valutare l'esaurimento nel tempo dei cedimenti. Qualora si dovesse verificare il progredire dei cedimenti si provvederà tempestivamente a realizzare perforazioni verticali e sub-verticali in prossimità delle colonne realizzate e degli edifici al fine di consentire una rapida dissipazione delle sovrappressioni.



CAPO III – Progettisti e Requisiti dei Progettisti

Il progetto esecutivo dovrà essere redatto ai sensi del DPR 207/2010 (Artt. 33 ÷ 43) e dovrà essere redatto a spese dell'Appaltatore. I nomi dei professionisti e/o delle società di Ingegneria che verranno incaricati della redazione del progetto esecutivo dovranno essere indicati in sede di gara d'appalto. Il progetto esecutivo dovrà essere redatto ai sensi della normativa vigente.

Entro 45 giorni naturali e consecutivi dopo la firma del contratto l'Impresa fornirà la progettazione esecutiva. L'esecuzione dei lavori potrà iniziare solo dopo l'approvazione della progettazione da parte della stazione appaltante ai sensi dell'art. 53 comma 5 del DL 163/2006. La Direzione dei Lavori potrà chiedere eventuali integrazioni del progetto se ritenute necessarie a suo insindacabile giudizio.

La stazione appaltante avrà 15 giorni naturali e consecutivi di tempo per valutare e validare il progetto esecutivo proposto dall'Impresa.

La progettazione esecutiva dovrà essere consegnata su supporto cartaceo in duplice copia e su supporto informatico (Cad e office).

L'impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione Lavori, i progetti delle varie opere, dei pali, calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima di iniziare l'esecuzione delle relative opere.

Il progetto esecutivo dovrà tenere conto di tutte le modifiche e integrazioni che saranno eventualmente richieste dalle autorità competenti.

La progettazione esecutiva inclusa nel presente appalto comprende gli elaborati di seguito riportati e quanto altro ritenuto necessario dalla Stazione appaltante per rendere chiaro ed esaustivo il progetto:

- relazione tecnica;
- relazione di calcolo strutturale, inclusa la verifica sismica ai sensi della DGR 1362/10;
- relazione geologica e geotecnica comprensiva di nuovi sondaggi, SPT e delle prove laboratorio;
- computo metrico estimativo e quadro economico;
- elenco prezzi unitari e eventuali analisi prezzi;
- cronoprogramma;
- disciplinare descrittivo aggiornato, qualora ci fossero lavorazioni non previste nel CSA di gara;
- piano di sicurezza e coordinamento e fascicolo aggiornato (non dei costi), qualora ci fossero lavorazioni non previste nel CSA di gara;
- piano di manutenzione dell'opera;
- elaborati grafici generali e di dettaglio, in scala opportuna, in modo da consentire all'esecutore una corretta interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento.

Art. 49. Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi

A maggiore precisazione di quanto indicato nei diversi articoli del presente capitolato speciale, all'interno dei lavori si intendono compensate tutte le attività, e le relative spese necessarie per dare il lavoro finito a regola d'arte nei tempi contrattuali.

Nell'importo indicato per i lavori sono esplicitamente inclusi gli oneri relativi alle attività di seguito riportate:

- indagini geognostiche aggiuntive, sondaggi aggiuntivi, relazioni specialistiche a carattere geotecnico;
- caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo e di dragaggio;
- istruzioni di pratiche autorizzative, concessorie comprese le imposte di bollo;



- rilievi topografici e batimetrici;
- accertamenti sui sottoservizi presenti.

Art. 50. **Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva**

Il progetto esecutivo di cui al precedente Articolo dovrà essere redatto tenendo conto di tutte le modifiche e integrazioni che saranno eventualmente richieste dalle autorità competenti.

La necessità di adempiere alle prescrizioni delle autorità competenti, qualora dette prescrizioni siano precedenti all'aggiudicazione dell'appalto, non comporterà in nessun caso un incremento dei tempi di progettazione: resta all'Appaltatore la piena responsabilità circa la presentazione del progetto esecutivo in tempi contrattuali.

Art. 51. **Requisiti dei progettisti**

I professionisti e/o le società di ingegneria incaricati della redazione del progetto esecutivo di cui al presente elaborato dovranno possedere i requisiti minimi di cui all'Art. 267 del D.P.R. 207/10 e s.m. ed i., e laddove più restrittivi, dovranno possedere i requisiti stabiliti nel bando di gara.

Art. 52. **Strumenti a disposizione dei progettisti**

Il progetto esecutivo delle opere, conformi a quanto indicato nel definitivo ai sensi della normativa vigente, dovrà essere redatto a spese dell'Appaltatore. I professionisti, ovvero le società di ingegneria che verranno incaricati della redazione del progetto esecutivo dovranno possedere i seguenti strumenti:

- possesso di licenze software relative a codici di calcolo sviluppati da istituti di ricerca internazionalmente riconosciuti in grado di:
 - simulare il comportamento tenso-deformativo dei terreni e delle opere di fondazione;
 - simulare il comportamento tenso-deformativo di strutture in c.a.;
- comprovata esperienza nel campo della modellistica numerica applicata allo studio delle problematiche al punto precedente;

I modelli dovranno essere impiegati per i necessari approfondimenti progettuali da sviluppare a livello esecutivo. Costituirà titolo preferenziale per l'aggiudicazione dell'appalto l'idoneo utilizzo di modellistica numerica a supporto della progettazione esecutiva.



CAPO IV - Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

Art. 53. DURC

Ai sensi della normativa vigente il DURC verrà acquisito dalla Stazione Appaltante nei termini e nelle modalità previsti dalla stessa.

Art. 54. AVVALIMENTO

L'avalimento è regolamentato dall'art. 49 del D.Lvo 163/2006, o come meglio specificato nel bando di gara.

Art. 55. LEGGE SULLA TRASPARENZA ATTI PUBBLICI

Ai sensi della legge 241/90 e s.m.i. è consentito l'accesso agli atti pubblici. L'Impresa deve indicare in sede di offerta quali parti della offerta non possono essere fornite in caso di richiesta di accesso agli atti pubblici di gara indicando le motivazioni che devono comunque ricondursi alla tutela del know-how dell'impresa stessa.

Art. 56. SERVITÙ INERENTI ALLE ZONE DI LAVORO

Per tutta la durata dei lavori di cui al presente appalto, dovrà essere garantito il regolare svolgimento delle attività, assicurando in ogni caso il libero scorrimento sia del traffico veicolare sia di quello pedonale. L'Impresa dovrà realizzare secondo le norme una recinzione di tutta l'area di intervento, come previsto nel PSC .

L'Impresa dovrà eseguire i lavori in modo da non arrecare intralci o pericoli a tutte le attività che vengono svolte nell'area, sottostando alle cautele, soggezioni e prescrizioni che le saranno imposte dalla Direzione Lavori.

La consegna delle aree di intervento, in funzione della presenza di attività economiche dislocate sul sedime ed al fine di arrecare il minor danno possibile all'operatore di banchina, potrà avvenire in fasi successive. Particolare attenzione dovrà essere prestata al rispetto dei franchi minimi, sia orizzontali che verticali, da rispettare verso aree di transito, ecc.

L'Appaltatore dovrà costruire e mantenere uffici decorosi per il personale di sorveglianza dell'Amministrazione in zone prescelte dalla D.L.

Art. 57. PROGRAMMA ESECUTIVO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

L'Amministrazione si riserva in ogni modo il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma esecutivo dettagliato dei lavori ai sensi dell'art. 45 comma 10 del DPR 554/99, in armonia col cronoprogramma di cui all'art. 42 del DPR 554.

Art. 58. OSSERVANZA DEL CG E DI PARTICOLARI DISPOSIZIONI DI LEGGE



L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel codice dei contratti pubblici e di lavori, servizi e forniture DL 163/2006 e s.m. e i.

Ad integrazione del DL 163/2006, l'appalto sarà soggetto alle condizioni dei decreti sotto riportati:

- Articoli DPR 207/10 e s.m. e i.
- Capitolato generale d'appalto DM 145/2000 e s.m.e i.
- DPR 34/2000 e e s.m.e i.

Nel caso di interpretazioni divergenti fra DL 163/2006, DPR 207/10, DM145/2000 e DPR 34/2000 avrà la prevalenza il DL 163/2006 (codice dei contratti pubblici e di lavori, servizi e forniture).

Art. 59. **DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO**

Fanno parte integrante del contratto di appalto:

- tutti gli elaborati di progetto ad esclusione del quadro economico
- offerta di gara
- polizze assicurative

Tutta la documentazione contrattuale sarà in lingua italiana.

Le sole unità di misura ammesse saranno quelle del Sistema Internazionale di unità (rif. CNR/UNI 10003).

Art. 60. **CAUZIONE DEFINITIVA**

Si farà riferimento all'art 113 del DL 163/2006 e s.m.e i. e all'art. 101 e seguenti del Regolamento approvato con DPR n. 207/2010 e s.m.e i.

Art. 61. **POLIZZA DI ASSICURAZIONE**

Ai sensi dell'Art. 129, comma 1, del "Codice Contratti" e dell'Art. 125 del Regolamento, l'Appaltatore è obbligato a stipulare una polizza di assicurazione per danni subiti dalla Stazione Appaltante e una polizza assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi durante i lavori.

La somma da assicurare per i rischi sarà stipulata nella forma "Contractors All Risks" (C.A.R.) e deve prevedere una somma assicurata i cui massimali non siano inferiori a:

- Sezione A: Partita 1(Opere): importo dei lavori a base d'asta,
Partita 2(Opere preesistenti): € 500.000,00
Partita 3 (Demolizioni e sgomberi): € 300.000,00
- Sezione B: massimale RCT/O : € 5.000.000,00

Nella copertura R.C.T. saranno espressamente considerati terzi anche:

- a) l'Ente Appaltante, ed i suoi dipendenti;
- b) gli Appaltatori di opere complementari commissionate direttamente dalla Committente ed i loro dipendenti;
- c) i subappaltatori dell'Impresa ed i loro dipendenti;
- d) la Direzione Lavori ed i suoi incaricati;
- e) coordinatori per la sicurezza
- f) gli incaricati della Vigilanza ed i Collaudatori;
- g) Imprese di cui si sia eventualmente avvalso l'Appaltatore nei limiti di legge.



Art. 62. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

L'affidamento in subappalto di parte delle opere e dei lavori deve essere autorizzato dal RUP. Si farà riferimento alle disposizioni dell'art. 118 del DL 163/2006 e agli artt. 107 e 170 del DPR 207/2010.

Art. 63. CONSEGNA DEI LAVORI

La consegna dei lavori sarà effettuata secondo le prescrizioni dell'art. 153 e successivi del DPR 207/2010 e dell'art. 9 del Capitolato Generale di Appalto DM 19 aprile 2000 n. 145 mediante apposito verbale di consegna.

La consegna dei lavori da parte del D.L. potrà avvenire previa acquisizione di licenza concessoria delle aree di cantiere.

Il conseguimento dell'atto di licenza demaniale da parte dell'Impresa esecutrice, per poter iniziare la lavorazione sulla porzione di sedime in oggetto, è in conformità a quanto previsto dal Provvedimento – aggiornamento misure canoni demaniali per aree con finalità di uso pubblico-ricreativi e per installazioni cantieri – approvato dal Comitato Portuale (C.P.) nella seduta del 03/02/11 ed al successivo Provvedimento approvato dal C.P. in data 19/12/07; la riconsegna delle aree al Terminalista, avverrà, invece, a valle del conseguimento dell'iter tecnico-amministrativo, ivi compreso il certificato di collaudo statico da parte del Collaudatore, ai sensi dell'Art. 230 del DPR 207/2010.

L'Amministrazione si riserva il diritto di consegnare i lavori nel loro complesso contemporaneamente, ovvero, in caso di eventi imprevedibili ed imprevedibili, per parti in più riprese mediante appositi verbali di consegna parziali ai sensi dell' art 158 comma 7 del DPR 207/2010. In caso di consegne parziali la data legale della consegna dei lavori, a tutti gli effetti di legge e regolamenti, sarà quella del processo di verbale di consegna.

Della consegna verrà redatto apposito processo verbale di consegna; dalla data della consegna decorreranno i termini contrattuali.

Art. 64. TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI - PENALE PER RITARDO

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori è fissato in giorni 1341 da intendersi giorni naturali successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Nel conteggio delle giornate lavorative si è tenuto anche dei giorni lavorativi inattivi per avverse, condizioni atmosferiche.

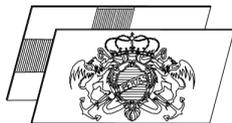
La penale pecuniaria di cui all'art. 145 del DPR 207/10, rimane stabilita nella misura dell'1 per mille per ogni giorno di ritardo indipendentemente dal tempo di esecuzione dei lavori dichiarato dall'Impresa.

Per le eventuali sospensioni dei lavori si applicheranno le disposizioni contenute negli articoli 24 e 25 del Capitolato generale; per le eventuali proroghe si applicheranno quelle contenute nel successivo art. 26.

Art. 65. PRESA IN CONSEGNA ANTICIPATA

L'Amministrazione si riserva il diritto di richiedere la presa in consegna anticipata delle aree ai sensi dell'art. 230 del DPR 207/2010. Della presa in consegna anticipata verrà redatto apposito "verbale di accertamento ai fini della presa in consegna anticipata".

Art. 66. RESTITUZIONE DELLE AREE



Al termine dell'appalto ed entro 10 giorni dalla data di ultimazione dei lavori l'Impresa dovrà provvedere, a proprie spese, ad allontanare gli impianti di sua proprietà costruiti su tutte le aree assegnate.

L'Impresa appaltatrice dovrà, inoltre, consentire che sui cantieri a lei concessi e sulle opere costruite ed in corso di esecuzione l'Ente appaltante, a suo giudizio, possa iniziare a condurre altre opere, montaggi e lavori non compresi nel presente appalto ed affidati ad altre Imprese.

Per ogni giorno di ritardo verrà applicato il 50% della penale prevista per il ritardo sulla ultimazione dei lavori previsto in questo capitolato.

Qualora l'Impresa non ottemperasse a quanto sopra prescritto la rimozione del cantiere sarà eseguita a cura dell'Amministrazione dell'Autorità Portuale e le spese e gli oneri conseguenti saranno addebitati d'ufficio all'Impresa.

Art. 67. **PAGAMENTI IN ACCONTO**

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito a insindacabile giudizio della DL, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, raggiunga la cifra di 3.000.000,00 dell'importo dei lavori. Il certificato per il pagamento dell'ultima rata del corrispettivo, qualunque sia l'ammontare, verrà rilasciato dopo l'ultimazione dei lavori.

La stazione Appaltante si riserva il diritto di acquisire le fatture quietanzate degli eventuali subappaltatori o sub affidatari ai sensi dell'art. 118 del D. Lgs 163/2006 e dell'art.15 della L.180/2011, per procedere al pagamento nei confronti dell'Impresa.

Art. 68. **NORME PER LA VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Ai sensi dell'art. 28 comma 1 del capitolato generale d'appalto 145/2000 i capitolati speciali d'appalto, ovvero i computi metrici estimativi, possono stabilire il prezzo a piè d'opera di particolari manufatti e prevedere il loro accreditamento in contabilità prima della messa in opera in misura non superiore al 50% del prezzo stesso.

Art. 69. **CONTO FINALE**

Ai sensi dell'art. 200 del Regolamento approvato con DPR 207/2010, si stabilisce che il conto finale verrà compilato entro 180 giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Art. 70. **CERTIFICATO DI COLLAUDO PROVVISORIO**

Ai sensi dell'art. 113 comma 5 e dell'art. 141 del DL 163/2006, il certificato di collaudo provvisorio dei lavori sarà emesso entro 180 giorni dalla data di ultimazione dei lavori.

Art. 71. **GARANZIA**

Ai sensi dell'art. 229 del DPR 207/2010 il periodo di garanzia decorrerà dalla data del certificato di collaudo provvisorio dei lavori.

Il periodo di garanzia avrà validità di almeno due anni. Nel periodo di tempo intercorrente fra l'ultimazione lavori ed il collaudo provvisorio, la fornitura dovrà comunque essere coperta da garanzia.

Qualora il certificato di collaudo provvisorio non potesse avvenire entro i 180 giorni stabiliti dal capitolato speciale d'appalto, il periodo di garanzia decorrerà a partire dal 180° giorno dopo l'emissione del certificato di ultimazione dei lavori emesso dalla D.L.



Entro il periodo di garanzia l'Impresa sarà tenuta ad intervenire in tempi ragionevoli se non indicati nell'offerta ed a proprie spese ogni qualvolta si manifestino guasti od anomalie di funzionamento su qualsivoglia parte.

L'Impresa dovrà procedere alla sostituzione gratuita dei componenti dell'impianto che risultassero guasti o difettosi sia per quanto riguarda il costo del componente sia per la mano d'opera necessaria a tale sostituzione.

Le usure anomale che dovessero manifestarsi sui vari componenti dovranno essere eliminate con la sostituzione in garanzia del componente stesso, previa individuazione delle cause e la loro eliminazione.

Ciò vale anche per i materiali che l'Impresa dovesse acquistare da subfornitori.

Gli obblighi di cui sopra potranno essere invalidati qualora gli eventuali guasti derivino chiaramente da incuria o cattivo uso dell'impianto fatto da parte degli utilizzatori ovvero da eventi accidentali.

Nel caso che l'Impresa non adempia agli interventi in garanzia si provvederà d'ufficio alle occorrenti riparazioni e sostituzioni addebitandone l'importo all'Impresa stessa.

Art. 72. DANNI ALLE OPERE

Nessun compenso sarà dovuto per danni o perdita di materiali non ancora posti in opera, opere provvisoriale ecc. I danni causati ai materiali ed a tutti i lavori eseguiti in qualunque momento dell'appalto e fino all'approvazione del collaudo provvisorio, dovranno essere riparati a cura e spese dell'Appaltatore cui gli stessi materiali e lavori competono per contratto.

Qualora l'Appaltatore nell'eseguire i lavori abbia ad arrecare danni a strutture di proprietà della Stazione Appaltante, questi sarà tenuto a ripararli a propria cura e spese.

Art. 73. DANNI DI FORZA MAGGIORE

I danni di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dalla legge; la denuncia del danno deve essere sempre fatta per iscritto nei termini prescritti.

Art. 74. DIFETTO DI COSTRUZIONE

La Direzione Lavori potrà ordinare all'Appaltatore di demolire e rifare, a totale sua cura e spese, quelle opere che essa avrà accertato essere state eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti per qualità, misura, peso, ovvero con una minor lavorazione, oppure potrà a sua scelta, ridurre i prezzi convenuti in proporzione delle diminuite dimensioni della diversa lavorazione.

Se l'Appaltatore non ottempera all'ordine ricevuto, la Direzione Lavori potrà disporre la demolizione ed il rifacimento dei lavori riscontrati difettosi, fermo restando che tutti i maggiori oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

Art. 75. DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

La definizione di possibili controversie tra l'Impresa appaltatrice e la Stazione appaltante potrà avvenire secondo l'art. 239, 240 del DL 163/2006.

Art. 76. STANDARDIZZAZIONE ED UNIFICAZIONE

L'Impresa dovrà provvedere al massimo grado di standardizzazione di ogni componente, compatibilmente con le esigenze di funzionalità ed economicità del progetto.

I componenti dovranno essere, ove possibile, unificati secondo standard europei riconosciuti e dovranno essere di facile reperibilità.



Si precisa che dovrà essere prevista la fornitura di apparecchiature compatibili ed omogenee con quanto già installato per uniformità di ricambi, funzionamento e manutenzione.

Art. 77. ONERI ED OBBLIGHI A CARICO DELLO APPALTATORE E RESPONSABILITÀ

- Eventuali rimborsi alla stazione appaltante per obblighi dell'impresa non adempiuti e commissionati a terzi dalla DL
- I movimenti di terra ed ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione all'entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, la recinzione del cantiere stesso con solido steconato in legno, in muratura, o metallico, l'approntamento delle opere provvisorie necessarie all'esecuzione dei lavori ed allo svolgimento degli stessi in condizioni di massima sicurezza, la pulizia e la manutenzione del cantiere, l'inghiaimento e la sistemazione delle sue strade in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti.
- La guardia e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose dell'Amministrazione appaltante e delle piantagioni che saranno consegnate all'Appaltatore. Per la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche, l'appaltatore dovrà servirsi di persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.
- La redazione dei calcoli o dei disegni d'insieme e di dettaglio per tutte le opere strutturali in cemento armato, metalliche, in muratura, in legno e opere impiantistiche redatti da un ingegnere iscritto al rispettivo Ordine professionale; l'approvazione del progetto da parte del Direttore dei Lavori non solleva l'Appaltatore, il Progettista ed il Direttore del cantiere, per le rispettive competenze, dalla responsabilità relativa alla stabilità delle opere. L'Appaltatore dovrà inoltre far eseguire, a proprie spese, le prove sui cubetti di calcestruzzo e sui tondini d'acciaio, per i quali i laboratori legalmente autorizzati rilasceranno i richiesti certificati.
- La redazione dei progetti esecutivi di dettaglio degli impianti idrici, termici, sanitari, di condizionamento, nonché degli impianti elettrici e speciali, da consegnare in triplice copia alla Stazione appaltante; dovranno altresì essere rilasciate all'Amministrazione appaltante, in osservanza della legge 46/90, le varie dichiarazioni di conformità a regola d'arte degli impianti.
- L'accertamento della posizione e delle dimensioni delle utenze esistenti (tubazioni, linee aeree, opere interrate, ecc.) e preventiva bonifica del terreno in modo da evitare qualsiasi interferenza con i lavori. Sarà in particolare cura e onere dell'Appaltatore prendere contatto con gli intestatari di dette utenze e provvedere alla loro eventuale rimozione.
- L'esecuzione, presso gli Istituti incaricati, di tutte le esperienze, assaggi e prove che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi nella costruzione, in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio direttivo munendoli di suggelli a firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.
- La esecuzione di ogni prova di carico che sia ordinata dalla Direzione dei lavori su pali di fondazione e qualsiasi altra struttura portante, di rilevante importanza statica.
- Il mantenimento, fino al collaudo, della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici o privati latitanti alle opere da eseguire.
- La riparazione di eventuali danni che, in dipendenza delle modalità di esecuzione dei lavori, possano essere arrecati a persone o a proprietà pubbliche e private sollevando da qualsiasi responsabilità sia l'Amministrazione appaltante che la Direzione dei lavori o il personale di sorveglianza e di assistenza.



- L'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e decreti relativi alle assicurazioni varie degli operai contro gli infortuni sul lavoro, la disoccupazione involontaria, la invalidità e vecchiaia, la tubercolosi, e delle altre disposizioni in vigore o che potranno intervenire in corso di appalto. Resta stabilito che in caso di inadempienza, sempreché sia intervenuta denuncia da parte delle competenti autorità, l'Amministrazione procederà ad una detrazione della rata di acconto nella misura del 20% che costituirà apposita garanzia per l'adempimento dei detti obblighi, ferma l'osservanza delle norme che regolano lo svincolo della cauzione e delle ritenute regolamentari. Sulla somma detratta non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi.
- La comunicazione all'Ufficio, da cui i lavori dipendono, entro i termini prefissati dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera.
- Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta indicati dalla Direzione.
- L'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre Ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata all'Amministrazione appaltante.
- Il pagamento delle tasse e l'accollo di altri oneri per concessioni comunali (licenza di costruzione, di occupazione temporanea di suolo pubblico, di passi carrabili, ecc.), nonché il pagamento di ogni tassa presente e futura inerente ai materiali e mezzi d'opera da impiegarsi, ovvero alle stesse opere finite, esclusi, nei Comuni in cui essi sono dovuti, i diritti per l'allacciamento alla fognatura comunale.
- La pulizia quotidiana col personale necessario dei locali in costruzione, delle vie di transito del cantiere e dei locali destinati alle maestranze ed alla Direzione Lavori, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre Ditte.
- Il libero accesso al cantiere ed il passaggio, nello stesso e sulle opere eseguite od in corso d'esecuzione, alle persone addette a qualunque altra Impresa alla quale siano stati affidati lavori non compresi nel presente appalto, e alle persone che eseguono lavori per conto diretto dell'Amministrazione appaltante, nonché, a richiesta della Direzione dei lavori, l'uso parziale o totale, da parte di dette Imprese o persone, dei ponti di servizio, impalcature, costruzioni provvisorie, e degli apparecchi di sollevamento, per tutto il tempo occorrente alla esecuzione dei lavori che l'Amministrazione appaltante intenderà eseguire direttamente ovvero a mezzo di altre Ditte, dalle quali, come dall'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta.
- Provvedere, a sua cura e spese e sotto la sua completa responsabilità, al ricevimento in cantiere, allo scarico e al trasporto nei luoghi di deposito, situati nell'interno del cantiere, od a piè d'opera, secondo le disposizioni della Direzione dei lavori, nonché alla buona conservazione ed alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti od eseguiti da altre ditte per conto dell'Amministrazione appaltante. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'Appaltatore.
- L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire l'incolumità e le migliori condizioni di igiene e di lavoro degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nella vigente legislazione di sicurezza e di igiene del lavoro (DPR 547/55, DPR 164/56, DPR 303/56,...) e di tutte le norme in vigore in materia d'infortunistica.
- L'osservanza e l'applicazione, nei casi di applicazione del DLgs 81/08 e successive modifiche, dei Piani di sicurezza e di coordinamento elaborati dal Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera e le prescrizioni del Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante l'esecuzione dell'opera. I piani di sicurezza e di



coordinamento, i Piani operativi di sicurezza e gli altri strumenti di pianificazione antinfortunistica previsti dai citati dispositivi di legge formano parte integrante del contratto di appalto.

- Consentire l'uso anticipato dei locali o delle aree che venissero richiesti dalla Direzione dei lavori, senza che l'Appaltatore abbia perciò diritto a speciali compensi. Esso potrà, però, richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, per essere garantito dai possibili danni che potessero derivare ad esse. Entro 30 giorni dal verbale di ultimazione l'Appaltatore dovrà completamente sgombrare il cantiere dei materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà.
- Provvedere, a sua cura e spese, alla fornitura e posa in opera, nei cantieri di lavoro, delle apposite tabelle indicative dei lavori
- Assicurare il rispetto della disciplina inerente il subappalto.
- Pagamento delle spese di contratto, le tasse di registro e di bollo, le spese per le copie esecutive del contratto e per le copie dei progetti o dei capitolati da presentare agli organi competenti; le spese per il bollo dei registri di contabilità e di qualsiasi altro elaborato richiesto (verbali, atti di sottomissione, certificati, etc.)
- Periodo di garanzia come indicato nel capitolato
- Preparazione e presentazione della documentazione tecnica necessaria per la valutazione del progetto e per la collaudabilità delle opere come indicato nei paragrafi corrispondenti;
- Corso di addestramento personale sia per quanto riguarda gli impianti veri e propri che per la supervisione degli stessi;
- Formazione, nelle aree concesse, dei cantieri per il montaggio ed i ricoveri dei materiali.
- Spese dell'impianto e dei consumi di energia, acqua, telefono ecc. per gli usi dei cantieri e per le segnalazioni notturne.
- Provvista di tutti gli strumenti di misura meccanici ed elettrici campionati (contagiri, voltmetri, wattmetri, contatori ecc.) e del carico di prova, nonché la prestazione di tecnici, montatori ed elettricisti necessari per le prove.
- Spese inerenti il contratto e la contabilità dei lavori.
- Oneri e le spese per l'effettuazione degli interventi in garanzia sino al termine dei periodi di garanzia stessi.
- Opere provvisoriale che si dovessero rendere necessarie.
- Tasse presenti e future che comunque potranno essere applicate a causa della esecuzione dell'opera; in particolare l'Impresa dovrà provvedere al pagamento della registrazione fiscale del contratto nella misura in uso per gli atti dello stesso.
- Segnalazione mensile alla DL delle percentuali di avanzamento relative all'approntamento di lavorazioni, apparecchiature elettriche, nonché della percentuale di avanzamento totale.
- Ogni spesa relativa a prove ed esperimenti di laboratorio, prove, saggi, verifica, collaudi per l'accertamento delle buone qualità dei materiali e della perfetta rispondenza ai requisiti anche nell'ottica di accertare la rispondenza delle opere alle prescrizioni di capitolato.
- Fornitura alla Stazione Appaltante delle copie di documenti, disegni, relazioni ecc. necessari per il contratto o richiesti dall'ufficio della DL.
- Calcoli di selettività delle protezioni dell'impianto elettrico da fornire alla DL con firma e timbro di Ing. Iscritto all'ordine.
- Eventuali maggiori oneri necessari per garantire la continuità di servizio delle aree sulle quali si eseguono i lavori.
- Approntare il programma di qualità.
- Cartello di cantiere di adeguate dimensioni

IL CORRISPETTIVO PER TUTTI GLI OBBLIGHI ED ONERI SOPRA SPECIFICATI SI CONSIDERA ESSERE INSERITO NEI PREZZI DEI LAVORI.



Art. 78. DISPOSIZIONI GENERALI AI PREZZI DEI LAVORI

- a) Per i lavori a corpo ed a misura l'Appaltatore dovrà provvedere a suo totale carico, oltre naturalmente alla mano d'opera, anche a tutti i mezzi d'opera, trasporti e materiali occorrenti per la loro esecuzione. Restano esclusi i soli materiali che eventualmente venissero forniti dall'Amministrazione appaltante.
- b) Nei prezzi s'intendono compresi tutti gli oneri e spese per dare i lavori compiuti a regola d'arte, anche se non espressamente menzionati in Capitolato.
- c) La corrispondenza dei lavori eseguiti dovrà essere fatta in contraddittorio con il rappresentante dell'Appaltatore.
- d) Eventuali lavori non espressamente indicati, ma indispensabili alla realizzazione delle opere si intendono compresi nell'importo dei prezzi ad opera compiuta per i lavori a misura e per quelli a corpo.
- e) I prezzi unitari in base ai quali è stato redatto il presente progetto comprendono:
- per i materiali, ogni spesa per la fornitura, il trasporto, cali, perdite, sprechi, ecc. nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto di lavoro;
 - per gli operai e mezzi d'opera, ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere, ferie, gratifiche ed accessori di ogni specie, benefici, ecc. nonché, nel caso di lavoro notturno, anche la spesa per illuminazione del cantiere di lavoro;
 - per i lavori a corpo ed a misura, tutte le spese per i mezzi d'opera, assicurazioni d'ogni specie, diritti di discarica, tutte le forniture occorrenti e loro lavorazione ed impiego di passaggi, di deposito, di cantiere, di occupazioni temporanee e diverse; mezzi provvisori nessuno escluso, carichi, trasporti e scarichi in ascesa o discesa e quant'altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, compreso qualsiasi onere, benché non richiamato nei vari articoli o nell'elenco dei prezzi, del presente Capitolato, che l'Appaltatore dovrà sostenere a tale scopo.
- f) Si dichiara espressamente che di tutti gli oneri ed obblighi contenuti nel presente Capitolato Speciale, si è tenuto conto nello stabilire i prezzi di cui all'articolo seguente. I prezzi medesimi, sotto le condizioni tutte del contratto s'intendono accettati dall'appaltatore in base a calcoli di sua convenienza, dopo aver esaminato la località e le condizioni generali dei lavori da eseguirsi e tenuto conto che sui medesimi verrà applicato il ribasso d'asta percentuale offerto dall'Appaltatore stesso.

Art. 79. DOCUMENTAZIONE TECNICA ALLA D.L.

La documentazione tecnica sarà distinta in:

- documenti da sottoporre all'ufficio della DL per l'esame e l'approvazione della progettazione esecutiva di dettaglio (particolari esecutivi richiesti dalla D.L.);
- documenti da fornire per la redazione del verbale di accertamento ai sensi dell'Art. 230 del DPR 207/2010 (consegna anticipata);

documenti da fornire per la redazione del certificato di ultimazione dei lavori.

- "as-built" dopo 10 giorni dall'esecuzione dei lavori;

Tutti i documenti di calcolo ed i disegni di progetto consegnati all'ufficio della DL dovranno essere:

- firmati su ogni foglio dal progettista responsabile della Impresa
- consegnati in duplice copia
- consegnati in formato software (CAD e office).

Entro una settimana dalla firma del contratto, l'Impresa dovrà sottoporre all'ufficio della DL il programma di consegna della progettazione esecutiva di dettaglio.

L'Impresa prenderà in carico, senza oneri per la stazione Appaltante, tutte le varianti necessarie a rendere il progetto conforme alle prescrizioni di contratto, di Legge e della buona pratica costruttiva, tenendo in specifica considerazione la situazione locale.



Il piano di vigilanza della DL sarà studiato in base al piano di controllo qualità fornito dall'Impresa. L'approvazione del progetto esecutivo di dettaglio da parte della DL non solleva l'Impresa da alcuno dei suoi obblighi e responsabilità contrattuali e di Legge.

Almeno 10 giorni lavorativi prima della dichiarazione dell'Impresa di ultimazione dei lavori l'impresa deve consegnare i disegni costruttivi "come costruito" nelle scale indicate dalla DL delle opere forniti in formato cartaceo e digitale (DWG, DGN o DXF) referenziati in coordinate GAUSS BOAGA sulla cartografia dell'area dell'intervento comprensivi di CTB di stampa. L'Impresa dovrà rivolgersi all'ufficio CAD di questa Amministrazione per richiedere la cartografia aggiornata e le monografie contenenti i capisaldi necessari per la redazione delle tavole "come costruito" di cui sopra. I disegni costruttivi dovranno descrivere con accuratezza tutte le opere oggetto dell'appalto. Dovranno altresì essere consegnati alla D.L.:

- dossier di certificazione di qualità contenente i documenti [originali o autenticati] dall'Impresa relativi a certificati di origine dei materiali; certificati di collaudo non distruttivo;
- rapporto delle prove
- dichiarazione di conformità, ai sensi della Legge 5 marzo 1990, n.46.

In caso di problematiche riscontrate durante il periodo di garanzia, l'Impresa apporterà le necessarie modifiche ed integrazioni anche alla documentazione sopra descritta.