

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

LOTTO 2

FORMAZIONE DI UNA NUOVA CALATA AD USO CANTIERISTICA
NAVALE

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI
ELEMENTI TECNICI

PROGETTISTA INCARICATO DA COCIV



COMMESSA FASE LOTTO TIPO DOC. Progr. REV.

4 5 5 0 2 3 7 6 D 2 R 0 0 9 B

PROGETTAZIONE

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

GENERALITÀ INTERVENTO E DESCRIZIONE OPERE	4
PARTE I – PROGETTO ESECUTIVO	6
Art. 1. Progettazione esecutiva	6
Art. 2. Caratterizzazione Ambientale.....	6
Art. 3. Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi	6
Art. 4 Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva.....	6
Art. 5 Requisiti dei progettisti	7
Art. 6 Strumenti a disposizione dei progettisti.....	7
PARTE II - OPERE	8
Art. 1. Condizioni comuni a tutti i lavori e materiali	8
Art. 2. Qualità, caratteristiche e provenienza dei materiali e dei prodotti.....	8
Art. 3. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento	9
Art. 4. Mano d'opera	9
Art. 5. Segnalamenti	9
Art. 6. Tracciamenti	9
Art. 7. Piazzola Lavaggio Ruote	10
Art. 8. Mezzi d'opera da impiegare.....	10
Art. 9. Dragaggi	11
Art. 10. Sistema di Contenimento Antitorbidità	11
Art. 11. Relitti, bonifica ordigni bellici, mine ed oggetti imprevisi	12
Art. 12. Monitoraggio archeologico delle attività di dragaggio.	13
Art. 13. Interruzione di lavoro o spostamento da una zona di lavoro ad un'altra.....	14
Art. 14. Demolizioni	14
Art. 15. Scavi.....	14
Art. 16. Imbasamenti	15
Art. 17. Opere in c.a.	15
Art. 18. Aspetti Integrativi relativi ai Cassoni cellulari	18
Art. 19. Aspetti integrativi relativi alla Sovrastruttura gettata in opera	20
Art. 20. Aspetti Integrativi relativi ai Massi Serraglia.....	20
Art. 21. Rinfianchi dei Cassoni cellulari.....	21
Art. 22. Assestimetri a piastra	21
Art. 23. Inclinometri	22
Art. 24. Geotessili e geomembrane	23
Art. 25. Arredi di Banchina	23
Art. 26. Gestione delle Acque di Sfiore durante il riempimento della cassa di colmata.....	24



AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Art. 27.	Fognature	24
Art. 28.	Trattamento acque di prima pioggia.....	25
Art. 29.	Pavimentazioni Stradali.....	26



GENERALITÀ INTERVENTO E DESCRIZIONE OPERE

Il progetto è suddiviso in due Lotti Funzionali. Mentre il Lotto I è relativo alle Opere necessarie alla Deviazione e Sistemazione Idraulica del Rio Molinassi, nella tratta che va da Piazza Claverino (appena a Nord di via Merano) e la foce; il Lotto II riguarda la realizzazione della cassa di colmata situata tra il Porto Petroli di Genova-Multedo ed i bacini di carenaggio dello stabilimento Fincantieri di Genova-Sestri Ponente.

La realizzazione dei due Lotti, sebbene relativi ad opere funzionalmente distinte ed indipendenti, risulta essere reciprocamente vincolata da alcuni aspetti, debitamente trattati nella documentazione progettuale.

Ai fini del “Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici del Lotto II”, è opportuno ricordare quanto segue:

- La parte idonea del materiale di scavo ottenuto dal Lotto I verrà utilizzata per il riempimento della Cassa di Colmata;
- Il perimetro della Cassa di Colmata non potrà essere chiuso fino al completamento del Lotto I in modo da garantire il normale deflusso dell'attuale Rio Molinassi;
- Le cantierizzazioni delle opere relative allo spostamento degli Oleodotti esistenti, alla Foce del nuovo Manufatto Idraulico ed allo Scatolare Spingitubo previste all'interno del Lotto I, sono spazialmente interferenti con quelle del Lotto II. Le tempistiche di realizzazione delle opere nei due Lotti in queste aree dovranno essere sfalsate, per risolvere la potenziale interferenza.





AUTORITA' PORTUALE DI GENOVA



Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

L'area d'intervento del Lotto II è limitata a Nord da via Ronchi che si sviluppa parallelamente alla linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, all'interno del sedime proprietà dell'Autorità Portuale; ad Est dalla recinzione dello Stabilimento di Fincantieri; a Sud dal Bacino di Evoluzione disponibile per le navi dirette agli ormeggi di Porto Petroli e dei Bacini di Carenaggio di Fincantieri; infine ad Ovest da una lama d'acqua che separa la nuova cassa di colmata dal Pontile Delta di Porto Petroli.

L'area del nuovo piazzale misura circa 80.000 mq ed ingloberà oltre allo specchio acqueo posto a Levante del Pontile Delta, la banchina esistente, attualmente attrezzata per la costruzione di cassoni cellulari e le aree a sud di via Ronchi date in concessione da Autorità Portuale.

La nuova cassa di colmata sarà realizzata attraverso la perimetrazione su due lati dello specchio acqueo inscritto mediante cassoni cellulari in calcestruzzo. Il fondo della cassa di colmata sarà quindi impermeabilizzato con geomembrane in HDPE e quindi riempita con il materiale di scavo proveniente dai cantieri del 3° Valico.

Per la descrizione di dettaglio dell'opera e delle sue parti si rimanda alla Relazione Generale e agli elaborati di Progetto.



PARTE I – PROGETTO ESECUTIVO

Art. 1. Progettazione esecutiva

Il progetto esecutivo delle opere, conforme a quanto indicato nel progetto definitivo ai sensi della normativa vigente sull'appalto integrato dei lavori in oggetto, 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 secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo n.163 del 2006 e del Regolamento d'Esecuzione ed Attuazione del Presidente della Repubblica n.210 del 5 Ottobre 2010.

Art. 2. Caratterizzazione Ambientale

Già in fase di Progettazione Esecutiva si dovrà prevedere la caratterizzazione dei terreni di scavo e dei materiali di risulta e demolizione. Per la definizione dei criteri e le norme d'esecuzione si rimanda al capitolo specifico della Relazione Generale.

Art. 3. Prestazione accessorie, rilievi, indagini e analisi

A maggiore precisazione di quanto indicato nei diversi articoli del presente capitolato speciale, con gli oneri per la Progettazione e Spese tecniche, 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 la progettazione e le spese tecniche sono esplicitamente inclusi (oltre a quant'altro si rendesse necessario ai sensi dei precedenti articoli) gli oneri relativi alle attività di seguito riportate, la cui esecuzione rimane comunque a carico dell'appaltatore:

- Indagini geognostiche e relazioni geologiche e geotecniche
- Prelievi e analisi chimiche, nonché relazioni tecniche specialistiche ad essi inerenti;
- Istruzioni di pratiche autorizzative, comprese le relative imposte di bollo;
- Rilievi topografici e batimetrici (di prima e seconda pianta).

Art. 4 Prescrizioni relative alla progettazione esecutiva

Il Progetto Esecutivo 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. 5 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. 66 del D.P.R. 554/99 e s.m.ed i., e laddove più restrittivi, dovranno possedere i requisiti stabiliti nel bando di gara.

Tra i professionisti incaricati e/o nel gruppo di progettazione indicato dalle società di ingegneria dovranno essere per lo meno inclusi:

N° 3 ingegnere senior, abilitato all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nel settore delle Costruzioni Idrauliche e delle Opere Marittime;

N° 4 ingegneri junior, abilitati all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 3 anni, con comprovata esperienza nel settore delle Costruzioni Idrauliche e delle Opere Marittime;

N° 2 ingegnere geotecnico senior, abilitato all'esercizio della professione di ingegnere da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nella trattazione di problematiche caratteristiche di ambienti costieri e portuali.

N° 1 geologo senior, abilitato all'esercizio della professione di geologo da almeno 10 anni, con comprovata esperienza nella trattazione di problematiche caratteristiche di ambienti costieri e portuali.

Art. 6 Strumenti a disposizione dei progettisti

Il progetto esecutivo delle opere, conformi a quanto indicato nel Progetto Definitivo dovrà essere redatto, ai sensi della normativa vigente, a spese dell'Appaltatore. I professionisti o le società di ingegneria che verranno incaricati della redazione del progetto esecutivo dovranno possedere i seguenti strumenti:

1. 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.;
 - simulare il comportamento idraulico di canali e corsi d'acqua;
 - simulare il comportamento idraulico portuale.
2. 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 o secondo eventuali prescrizioni comunicate dagli Enti.



PARTE II - OPERE

Art. 1. 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 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 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 Progetto Esecutivo.

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. 2. 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. 3. Proprietà dei materiali d'escavazione e di demolizione: utilizzo e smaltimento

La gestione dei materiali di dragaggio, di scavo e di demolizione è trattata nel Piano di Utilizzo del Progetto a cui si rimanda.

Art. 4. 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. 5. Segnalamenti

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. 6. 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. 7. 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 preassemblati. Gli impianti consentono il lavaggio degli automezzi in modo totalmente automatico e consente il trattamento delle acque ed il loro ripetuto riutilizzo.

L'impianto è costituito da una pista di lunghezza pari a 4,0 m e larghezza pari a 3,1m realizzata con uno skid metallico opportunamente dimensionato per il transito dei mezzi d'opera. Ai due lati sono previsti 150 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 di 5mc dalla quale un'elettropompa da 5 kW la rilancerà in una vasca di chiarificazione da 25mc. Da qui due gruppi di Elettropompe da 5+8,5 kW pomperanno l'acqua raccolta 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 regola l'accesso.

Art. 8. Mezzi d'opera 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 (tavole D038), si ritiene che un impianto di prefabbricazione galleggiante sia da preferire.

Per il trasporto dei cassoni cellulari in C.A. di progetto tra il Terminal di Genova-Voltri e il Porto-Petroli di Genova-Mulredo, 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. Particolare attenzione dovrà essere posta alla gestione della condotta galleggiante e della condotta a terra in ottemperanza a tutte le norme e condizione stabilite per legge e nel presente documento.

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. 9. 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 ad assumersi la responsabilità per l'adempimento di tutte le prescrizioni indicate nell'autorizzazione a trasportare e scaricare i materiali provenienti dal dragaggio.

Sarà a cura e spese dell'Appaltatore la gestione ed eventuale trattamento delle acque reflue della colmata, ottemperando alle disposizioni di legge inerenti. Resta a carico dell'appaltatore ogni onere derivante dalla necessità di mitigare la torbidità indotta dalle operazioni di dragaggio/versamento e l'eventuale necessità di mantenere o rinnovare il materiale costituente il filtro.

Il materiale di risulta sarà sempre trasportato da natante a tenuta stagna.

L'Appaltatore sarà responsabile per ogni evento che da lui provocato sia direttamente che indirettamente dovesse dar 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. 10. 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. Il sistema può racchiudere una superficie fino a 20'000



m² e può essere realizzato sia in forma di “atollo” che in modo tradizionale atto a racchiudere a semicerchio due punti diversi della stessa costa. 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 poliestere 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 di 15m cad. 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 poliestere 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.

Art. 11. 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. 12. 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 di 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. 13. 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. 14. Demolizioni

Prima di dare inizio alle demolizioni delle aree a Nord ed a Est della vasca di colmata (rif. elaborato D037), 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. 15. 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.



Art. 16. 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 del peso da 100Kg fino a 500Kg e 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. 17. 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-digelo, 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. La classe d'esposizione XS2 potrebbe essere ammissibile per le parti di strutture sempre al ben al di sotto della superficie del mare.

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%. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua, degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere del tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

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



Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato di consistenza uniforme ed omogeneo uniformemente coesivo.

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 e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che si adottino 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.

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme e delle armature metalliche.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

I getti dovranno risultare conformi ai particolari costruttivi di progetto. Si avrà cura che in nessun caso si verificino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme complete di armatura, centinatura, puntelli, ecc... dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Potranno essere impiegati anche prodotti disarmanti. Le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal suo produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. 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.

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 ottenere la massima compattezza e densità possibile dei conglomerati cementizi si procederà mediante vibrazione meccanica dei getti con vibratorii ad immersione; il tempo di applicazione dei vibratorii sarà in funzione della consistenza del conglomerato.

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.

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, ed i cavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo. 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.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompa.

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

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, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo

Si dovrà predisporre in corso di esecuzione quanto previsto nei disegni costruttivi, circa fori, tracce, cavità, incassature, ammorsature ecc... nelle solette, nervature, pilastri, murature ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, parapetti, mensole, parti di impianti. L'onere relativo è compreso nel prezzo a corpo.

La sigillatura delle giunzioni avverrà mediante colaggio di malta cementizia a ritiro controllato e posta in opera seguendo le modalità d'uso indicate dalla Ditta fornitrice.

I giunti di dilatazione saranno realizzati con interposizione nel giunto di materiali comprimibili quali fogli di polistirolo espanso e simili.

L'armatura delle strutture in cemento armato sarà eseguita con acciaio B450C saldabile controllato in stabilimento in barre tonde nei diversi diametri ad aderenza migliorata.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a mm 0.6, in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto; l'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. È prescritto l'impiego di opportuni distanziatori in materiale plastico delle dimensioni idonee a garantire il copriferro richiesto.

Prima di iniziare il getto, si dovrà accertare lo stato delle casseforme per ogni singola struttura e verificherà che le eventuali armature metalliche corrispondano per dimensioni e forma alle armature previste in progetto. Il ferro per le armature deve essere fornito in barre delle sezioni e lunghezze prescritte da piegarsi e sagomarsi in conformità dei disegni approvati.

Le casseforme metalliche, che servono per il getto del calcestruzzo per i massi o per altre strutture, devono essere costituite nel modo più rigido e risultare accuratamente sagomate e pulite nella parte interna, affinché il getto risulti a regola d'arte. In casi particolari può essere consentito l'uso di casseforme di legno.



Art. 18. 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 similare. La miscela dovrà essere tale da garantire una permeabilità del calcestruzzo indurito pari a $k < 10^{-7}$ cm/sec e l'utilizzo 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 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 delle strutture, 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 dai disegni progettuali.

Art. 19. Aspetti integrativi relativi alla Sovrastruttura gettata 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 deve 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 salvaspigolo 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 antievaporanti.

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

Art. 20. 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. 21. 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. 22. 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 assestimettrica.

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. 23. 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. 24. Geotessili e geomembrane

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 rinfiacco 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.

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 gr/cm³.

Le prestazioni meccaniche dovranno essere le seguenti:

- resistenza a trazione non inferiore a 350 kN/m²,
- 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/m² 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. 25. 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. 26. 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 sfiore non creino turbolenze e agitazione sul fondo.

Art. 27. Fognature

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 D400 (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. 28. Trattamento acque di prima pioggia

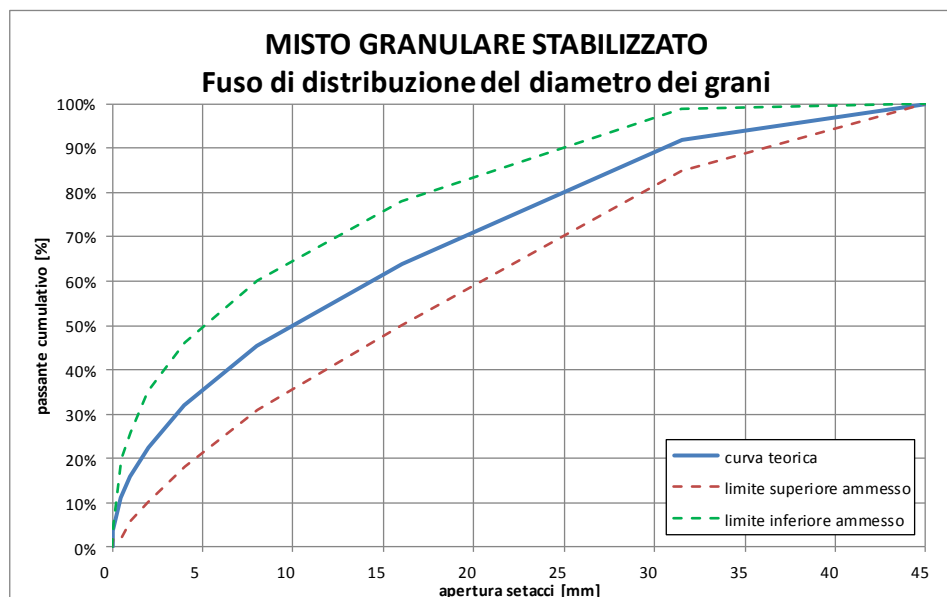
Gli impianti di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia saranno di tipo prefabbricato e tratteranno le portate di prima pioggia come definite in progetto. Saranno costituite da un sistema che raccolga le portate di prima pioggia e devi quelle eccedenti, un vano di sedimentazione ed uno di 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. 29. Pavimentazioni Stradali

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).

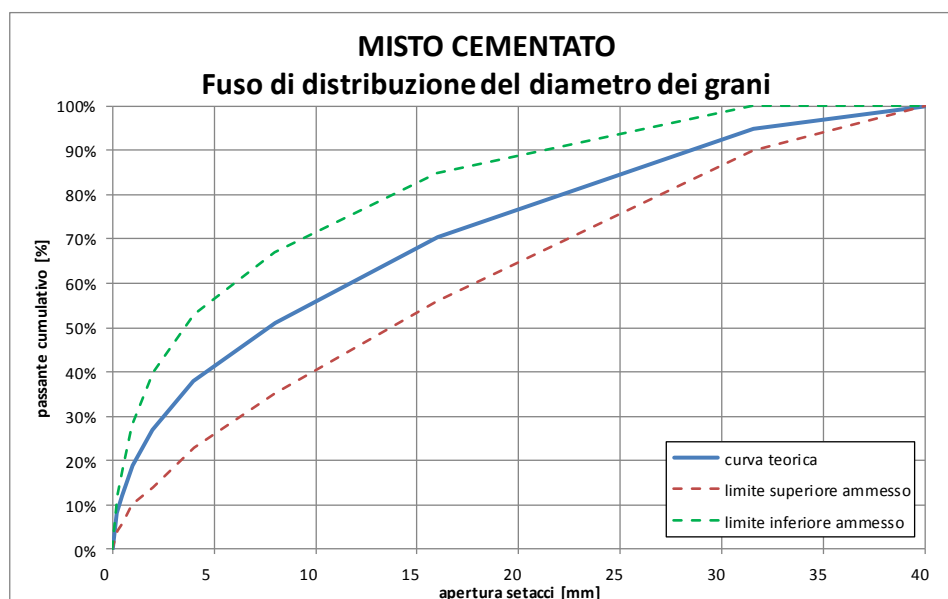
Il valore del modulo di deformazione nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a $M_d=360 \text{ kg/cm}^2$.

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^a 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 "brasiliana" (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
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 - AASHTO 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 assetamento 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.