

**PASSANTE DI MESTRE**

**COMMISSARIO DELEGATO**

**Per l'emergenza di Mestre**

\* \* \* \* \*

**FOGLIO CONTENENTE LE PRESCRIZIONI  
E GLI OBBLIGHI PER IL CONTRAENTE**

# INDICE

<b>1</b>	<b>OGGETTO ED AMMONTARE DELL’AFFIDAMENTO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CATEGORIE DEI LAVORI – QUALIFICAZIONE DEI SOGGETTI ESECUTORI</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESIGNAZIONE DELLE OPERE</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>ELEMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>6</b>
4.1	DEFINIZIONI .....	6
4.2	RESPONSABILITÀ PROGETTUALE E REALIZZATIVA .....	6
4.3	SOCIETÀ DI PROGETTO .....	8
<b>5</b>	<b>ONERI VARI A CARICO DELL’AGGIUDICATARIO</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>MODALITÀ DI DETERMINAZIONE E PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>PREFINANZIAMENTO</b> .....	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> .....	<b>22</b>
8.1	CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....	23
8.1.1	<i>Fabbricati</i> .....	24
8.1.2	<i>Atmosfera</i> .....	24
8.1.3	<i>Acqua</i> .....	24
8.1.4	<i>Traffico</i> .....	25
8.2	INDAGINI ARCHEOLOGICHE .....	25
<b>9</b>	<b>ATTIVITÀ ESPROPRIATIVE</b> .....	<b>26</b>
9.1	ACQUISIZIONE DELLE AREE DI SEDIME .....	26
9.2	PAGAMENTI .....	28
9.3	INTERFERENZE .....	30
9.4	OCCUPAZIONI TEMPORANEE .....	30
<b>10</b>	<b>CONFERENZA DEI SERVIZI – ENTI INTERFERITI</b> .....	<b>31</b>
10.1	INTEGRAZIONI S.I.A. .....	31
<b>11</b>	<b>PROGETTI ESECUTIVI E DI CANTIERE</b> .....	<b>32</b>
11.1	PROGRAMMA PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE .....	32
11.2	PROGETTAZIONI ESECUTIVE .....	33
11.3	COORDINAMENTO SICUREZZA PROGETTUALE .....	33
11.4	PROGETTI DI CANTIERE .....	33
<b>12</b>	<b>DIREZIONE LAVORI</b> .....	<b>34</b>
12.1	COORDINAMENTO SICUREZZA PER L’ESECUZIONE .....	36
<b>13</b>	<b>VARIANTI</b> .....	<b>38</b>
13.1	VARIANTI IN CORSO D’OPERA .....	38
<b>14</b>	<b>ATTIVITÀ DELLA STAZIONE APPALTANTE</b> .....	<b>39</b>
14.1	APPROVAZIONE PROGETTI .....	39
14.2	COLLAUDI .....	39
<b>15</b>	<b>INIZIO, PROGRESSIONE E ULTIMAZIONE LAVORI</b> .....	<b>40</b>

15.1	LOTTI FUNZIONALI .....	44
<b>16</b>	<b>PENALI .....</b>	<b>45</b>
16.1	PENALI PARZIALI PER RITARDI.....	45
16.2	QUALITÀ DELLE OPERE .....	46
<b>17</b>	<b>CONSEGNA DELLE OPERE.....</b>	<b>47</b>
17.1	CONSEGNA ANTICIPATA E APERTURE AL TRAFFICO .....	47
17.2	CONSEGNA DEI LOTTI – OPERE CIVILI .....	48
17.3	CONSEGNA DEI LOTTI – IMPIANTI .....	48
17.4	CONSEGNA FINALE.....	49

# 1 OGGETTO ED AMMONTARE DELL’AFFIDAMENTO

L’affidamento a Contraente Generale, ai sensi dell’articolo 1, comma 2, lettera f della legge 443/2001, nonché dell’articolo 9 del Decreto Legislativo 20 Agosto 2002, n. 190, ha per oggetto la realizzazione con qualsiasi mezzo dell’opera “Passante autostradale di Mestre” come individuata nel progetto preliminare – aggiornamento ottobre 2003.

Oltre all’esecuzione con qualsiasi mezzo dei lavori, l’affidamento comprende, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

1. tutte le attività necessarie per l’acquisizione delle aree di sedime (espropri, ecc.), incluso l’onere relativo all’anticipazione, in nome e per conto del Contraente Generale, delle somme relative alla liquidazione delle indennità ai proprietari, a valere sulle somme a disposizione dell’Amministrazione;
2. tutte le attività necessarie per l’individuazione e l’eliminazione delle interferenze di competenza di Enti, Amministrazioni Pubbliche e Gestori di pubblici servizi, ecc., incluso l’onere relativo all’anticipazione, in nome e per conto del Contraente Generale, delle somme richieste per la liberazione delle aree, a valere sulle somme a disposizione dell’Amministrazione;
3. tutte le attività ed i lavori necessari per l’eliminazione delle interferenze minori, eseguibili direttamente dal Contraente Generale, sulla base di specifici Ordini di Servizio del Direttore dei Lavori, previa autorizzazione dell’Alta Sorveglianza;
4. tutte le attività di progettazione definitiva ed esecutiva e di cantiere, compreso il Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, l’eventuale aggiornamento del SIA e l’eventuale redazione di Perizie.
5. tutte le attività di Direzione, misura e contabilità dei lavori, compreso il Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione.

L’importo lordo dell’affidamento e le categorie delle opere risultano dall’art. 4 del Bando di Gara:

- *Importo presunto dell’affidamento:* € 596’656’718,00, di cui:
  - € 22’900’000,00 per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso;
  - € 22’950’000,00 per le attività di progettazione definitiva ed esecutiva soggette a ribasso nei limiti di legge.
- *Categoria prevalente:* OG3 classifica VIII ex D.P.R. 34/2000

Le opere si suddividono nelle ulteriori categorie:

- **categoria OS9** – Impianti per la segnaletica luminosa e la sicurezza del traffico – classifica V per € 3’420’642,50;
- **categoria OS10** – Segnaletica stradale non luminosa – classifica IV per € 2’522’400,00;
- **categoria OS12** – Barriere e protezioni stradali – classifica VI per € 11’187’237,40;
- **categoria OS34** – Sistemi antirumore per infrastrutture di mobilità – classifica VIII per € 16’530’000,00;
- **categoria OG13** – Opere di ingegneria naturalistica – classifica VII per € 14’113’250,00.

Gli importi presunti delle diverse categorie dei lavori potranno variare tanto in più quanto in meno, secondo le previsioni di cui all'art. 326 della legge n. 2248 del 1865, all. F, per effetto delle variazioni nelle rispettive quantità e ciò tanto in via assoluta quanto nelle reciproche proporzioni, anche in conseguenza di soppressioni di alcune categorie previste e di esecuzione di altre non previste, senza che il Contraente Generale possa trarne argomento per chiedere compensi non contemplati dagli atti contrattuali o prezzi diversi da quelli indicati nell'elenco prezzi di contratto.

I compensi per i lavori si intendono fissi ed invariabili, senza che il Contraente Generale possa invocare alcuna verifica sulla misura di detti lavori o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste. Nel corrispettivo a corpo per l'esecuzione dei lavori si intende compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta e funzionante, a perfetta regola d'arte, sotto le condizioni stabilite dagli atti contrattuali.

Rimane comunque confermata la facoltà della Stazione Appaltante, prevista dall'art. 122 del Regolamento 554/99 (recesso per volontà dalla Stazione Appaltante), nonché quella di cui all'Art. 12 del Capitolato Generale, di ordinare la riduzione delle attività nel limite di un quinto dell'importo di contratto. Nei casi di cui sopra il Contraente Generale non potrà avanzare alcuna richiesta eccedente quanto previsto negli stessi articoli.

L'importo netto dell'affidamento sarà quello derivante dall'offerta dell'Aggiudicatario.

## **2 CATEGORIE DEI LAVORI – QUALIFICAZIONE DEI SOGGETTI ESECUTORI**

Il Contraente Generale eseguirà i lavori direttamente ovvero tramite la Società di progetto che costituirà ai sensi e per gli effetti dell'art. 37 bis e ss. L. 109/1994. Resta fermo l'affidamento, da parte del Contraente Generale della quota di lavori, pari al 5% del totale delle opere da realizzare, ad imprese terze espressamente indicate in sede di gara.

Ai sensi dell'art. 8, comma 11 bis della legge 109/94, le imprese dei Paesi appartenenti all'Unione Europea non qualificate ai sensi del regolamento di qualificazione approvato con D.P.R. 34/2000 saranno ammesse ad eseguire i lavori previa verifica della documentazione, prodotta secondo le normative vigenti nei Paesi di appartenenza del possesso di tutti i requisiti prescritti per la partecipazione delle imprese italiane alle gare.

Il Contraente Generale sottoporrà all'Alta Sorveglianza una dettagliata relazione attestante l'idonea ed adeguata qualificazione delle Imprese ai sensi di quanto stabilito dal D.P.R. 34/2000 e dal D.P.R. 554/99. Non sarà consentito l'affidamento ad imprese non qualificate per categoria e classifica corrispondente ai magisteri che saranno chiamate a realizzare. Resta fermo che le imprese terze saranno sottoposte alle verifiche previste dal D.Lgs. 252/1998 e dal Protocollo sottoscritto dalla Stazione Appaltante con le Prefetture di Venezia e Treviso. Tutte le Imprese terze dovranno essere sottoposte, prima dell'inizio dei lavori, alle verifiche antimafia previste dalla normativa vigente e dal protocollo specifico sottoscritto tra la Stazione Appaltante e le Prefetture di Treviso e Venezia.

### 3 DESIGNAZIONE DELLE OPERE

Le opere formanti oggetto del presente affidamento sono quelle risultanti e/o desumibili dagli atti e dai disegni e allegati di progetto, con le modificazioni eventualmente intervenute in sede di aggiudicazione. Le opere sono da eseguirsi a corpo, e possono sommariamente riassumersi come segue:

1. Movimenti di materie e eventuali scavi per formazione del corpo stradale, sia in trincea che in rilevato, nonché delle sue pertinenze, da eseguirsi in base alle sezioni tipo e all'andamento piano - altimetrico di progetto indipendentemente dalle eventuali modificazioni dello stato dei luoghi. Sono compresi nel corrispettivo determinato a corpo i vespai a tergo delle murature e le opere di drenaggio in genere, ogni lavorazione per apertura e la sistemazione delle cave e delle discariche, sia in ordine alla stabilità delle masse dei terreni rimossi che dei pendii interessati e sia in ordine ai problemi di recupero ambientale, secondo le previsioni di progetto esecutivo delle cave e/o discariche medesime ovvero secondo le regolamentazioni comunque vigenti nei Comuni interessati.
2. Opere d'arte di ogni genere, con riferimento alle parti strutturali sia in elevazione che in sotterraneo per attraversamento di corsi di acqua, di impluvi, di strade, di ferrovie, ecc..., ovvero per il sostegno ed il presidio del corpo stradale e delle sue pertinenze, nonché i muri di sostegno e di controripa, d'argine e di sottoscarpa comunque inclinati, per le dimensioni previste in progetto. Sono compresi nel corrispettivo determinato a corpo le paratie, i pali, i tiranti, i plinti, i solettoni di appoggio e chiusura in c.a. delle canne dei sottopassi, nonché gli appoggi, i giunti, i ritegni longitudinali le regolarizzazioni delle superfici, le protezioni delle superfici con idonea verniciatura, le impermeabilizzazioni e l'impiego di idonee matrici ai casseri laddove previste in progetto. Qualora il progetto non indichi esplicitamente le tipologie ovvero le metodologie specifiche dei trattamenti di protezione e di impermeabilizzazione, esse dovranno essere rispondenti alle norme europee e/o italiane vigenti, ed in ogni caso essere le migliori esistenti sul mercato per situazioni di aggressione ambientale corrente o per zone che necessitano di protezione delle superfici d'acciaio o di calcestruzzo verticali ed orizzontali d'intradosso ed estradosso, anche soggetto al traffico. Le prescrizioni di dettaglio necessarie verranno impartite dalla Direzione dei Lavori, previa approvazione dell'Alta Sorveglianza.
3. Gallerie e trincee.
4. Sovrastruttura per carreggiata stradale, costituita dagli strati di fondazione, di base, di collegamento (binder) e di usura (tappeto), e le pavimentazioni di banchine e piazzali di sosta secondo le risultanze di progetto.
5. Opere di protezione, idraulica, etc., comunque indicate negli elaborati progettuali.
6. Impiantistica, quale segnaletica, recinzioni, illuminazione, controlli, ecc..
7. Scavi di sbancamento per impianto di opere d'arte.
8. Demolizioni.
9. Bonifiche dei piani di imposta dei rilevati e della fondazione stradale.
10. Opere di finitura, quali terreno vegetale, sagomature dune.

Il materiale di scavo, compreso quello proveniente dagli scavi delle fondazioni e delle opere in sotterraneo, nonché il materiale proveniente dalle demolizioni del corpo stradale e delle opere d'arte, qualora non ritenuto idoneo dalla D.L. per il reimpiego, dovrà essere trasportato e

smaltito in adeguate discariche, secondo le norme tecniche, ecologiche, ambientali e fiscali vigenti nella Regione Veneto, con ogni spesa ed onere a carico del Contraente Generale stesso, compresi diritti ed oneri di discarica.

I materiali provenienti da scavi e/o demolizioni, ritenuti idonei dalla D.L. al recupero secondo le specifiche delle Norme Tecniche del presente affidamento, dovranno essere riutilizzati nel lotto medesimo anche mediante accumulo provvisorio; il materiale idoneo in esubero rispetto alle esigenze dell'opera dovrà essere trasportato e smaltito come sopra precisato; peraltro, l'Alta Sorveglianza avrà facoltà di dare tempestiva indicazione alla Direzione lavori perché provveda ad ordinare l'accantonamento del materiale idoneo in esubero, a cura e spese del Contraente Generale, su apposite aree per essere utilizzato in altri lotti o fasi di lavoro, ovvero in altre opere cui potrà essere destinato.

Per nessuna ragione il Contraente Generale potrà avanzare pretese o richieste di maggiori oneri che trovino il loro presupposto nelle attività di stoccaggio, trasporto, smaltimento ovvero accantonamento del materiale, restando inteso che gli oneri relativi sono stati ampiamente considerati nella formulazione dell'offerta.



## 4 ELEMENTI DI RIFERIMENTO

### 4.1 Definizioni

Ai fini del presente documento si intende per:

- **Legge:** la Legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni ed integrazioni;
- **Regolamento:** il Regolamento di attuazione della legge approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554;
- **Capitolato Generale:** il Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici ai sensi dell'art. 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni approvato con Decreto del Ministero dei lavori pubblici 19 aprile 2000, n. 145
- **Bando:** il Bando di gara per l'affidamento al Contraente Generale, pubblicato in data 16/08/2003 sulla GUCE e in data 18/08/2003 sulla GURI.
- **Cantiere:** sistema organizzato per l'effettuazione di opere in appalto relativo ad ogni lotto o stralcio o settore operativo
- **Ribasso:** percentuale pari al complemento a cento del rapporto percentuale fra l'offerta e quello posto a base d'asta
- **Prescrizioni:** ogni raccomandazione o prescrizione contenuta negli atti di approvazione del progetto preliminare.

### 4.2 Responsabilità progettuale e realizzativa

Il Contraente Generale assume ogni responsabilità connessa con le figure di Progettista, Coordinatore sicurezza, Direttore dei lavori, Esecutore delle opere.

Resteranno a totale carico del Contraente Generale tutte le varianti necessarie ad emendare i vizi o integrare le omissioni del progetto verificato e fatto proprio dal Contraente Generale in fase di gara. Tali varianti verranno progettate, ed eseguite dal Contraente Generale previa approvazione della Stazione Appaltante, e resteranno a totale carico del Contraente Generale l'onere della nuova progettazione, le eventuali penali per mancato rispetto dei termini di ultimazione contrattuale e gli ulteriori danni subiti dalla Stazione Appaltante.

Saranno invece riconosciuti gli eventuali maggiori costi, anche progettuali, nonché gli eventuali maggiori tempi conseguenti all'adozione di varianti rese necessarie da forza maggiore, sorpresa geologica o sopravvenute prescrizioni di legge.

Il Contraente Generale o altri enti terzi, comunque per il tramite del Contraente Generale, potranno inoltre richiedere varianti al progetto affidato, che il Contraente Generale avrà l'obbligo di eseguire, purché non mutino sostanzialmente la natura dei lavori affidati. Anche tali varianti

saranno predisposte dal Contraente Generale e potranno comportare una modificazione dell'importo contrattuale e del termine di ultimazione.

Al di fuori delle ipotesi di cui ai commi precedenti, il Contraente Generale potrà proporre al Contraente Generale le varianti progettuali o le modifiche tecniche ritenute dallo stesso utili a ridurre il tempo o il costo di realizzazione delle opere. La Stazione Appaltante potrà rifiutare l'approvazione di tali varianti o modifiche tecniche ove le stesse non rispettino le specifiche tecniche e le esigenze, specificate nel progetto, o comunque determinino peggioramento della funzionalità, durabilità, manutenibilità e sicurezza delle opere, ovvero comportino maggiore spesa ovvero ritardo del termine di ultimazione.

Il Contraente Generale dovrà provvedere, senza alcun compenso aggiuntivo rispetto a quello previsto in affidamento, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri, sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con i dispositivi prescritti dal "Nuovo codice della strada" approvato con D. Lgs 30-4-1992, n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le operazioni provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa del Contraente Generale, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con l'Alta Sorveglianza..

Nei casi di urgenza, però, il Contraente Generale ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica.

Il Contraente Generale non avrà mai diritto a compensi addizionali rispetto al corrispettivo di contratto, qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata all'Alta Sorveglianza la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Nel caso che ANAS, Regione, Province, Comuni od altri Enti, a causa dell'aumentato transito in dipendenza della esecuzione dei lavori, dovessero richiedere contributi per manutenzione di strade di loro pertinenza danneggiate a causa del maggior traffico di cantiere, tali oneri saranno a carico del Contraente Generale.

Sarà obbligo del Contraente Generale di adottare nella esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire l'incolumità dei lavoratori e dei terzi, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

Resta convenuto che, qualora dovessero verificarsi danni alle persone od alle cose, per mancanza, insufficienza od inadeguatezza di segnalazioni nei lavori, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, il Contraente Generale terrà sollevata ed indenne la Stazione Appaltante ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà, a suo carico, al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

### 4.3 Società di progetto

Nel caso in cui il Contraente Generale sia composto da più soggetti, dovrà provvedere, entro 60 giorni dall'aggiudicazione, alla formale costituzione di una società di progetto ai sensi dell'art. 9, comma 10 del D.Lgs. 190/2002.

Il capitale sociale della Società di progetto non potrà essere inferiore a quanto previsto dal bando di gara.

La Società di progetto così costituita subentrerà nel rapporto dopo l'espletamento delle necessarie verifiche ai sensi della vigente normativa antimafia. Pertanto le linee di credito dichiarate dal Contraente Generale in sede di gara saranno direttamente poste a disposizione della Società di progetto. Il mancato trasferimento delle linee di credito a favore della Società di progetto costituirà inadempimento contrattuale.

Tutti i Soci resteranno solidalmente responsabili con la società di progetto. In alternativa, tuttavia, la società di progetto potrà consentire la liberazione dei soci fornendo al Contraente Generale idonee garanzie bancarie o assicurative per la restituzione di tutte le somme percepite in corso d'opera.

I Soci che hanno concorso alla formazione dei requisiti per la qualificazione saranno comunque tenuti a partecipare alla società di progetto ed a garantire, nei limiti del contratto, il buon adempimento degli obblighi del Contraente Generale, sino a che l'opera sarà realizzata e collaudata. L'ingresso nella società di progetto e lo smobilizzo di partecipazioni da parte di istituti bancari ed altri investitori che non abbiano concorso a formare i requisiti per la qualificazione potrà invece avvenire in qualsiasi momento.

## 5 ONERI VARI A CARICO DELL'AGGIUDICATARIO

Oltre alle spese obbligatorie ed agli oneri del Bando, della lettera di invito, dell'offerta e del Capitolato Generale, sono a carico del Contraente Generale e si intendono compensati nei prezzi unitari offerti e contrattuali dei singoli lavori a misura, a corpo e in economia, anche gli oneri seguenti:

- 1) L'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per l'approntamento del cantiere quali ad esempio: protezioni e recinzioni in genere, atte ad impedire un facile accesso agli estranei; passaggi ed allacciamenti stradali provvisori, realizzati in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori e che comunque siano autorizzate ad accedervi; l'adozione di tutti i provvedimenti e cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai e delle persone, addetti ai lavori, e dei terzi comunque presenti o passanti sul luogo di lavoro e per evitare danni ai beni pubblici o di interesse pubblico o privato; in particolare il cantiere (inteso, secondo il D.Lgs. n° 494/1996 e successive modificazioni ed integrazioni, come qualunque luogo in cui si effettuano lavori edili o di genio civile), deve essere protetto, a cura e spese del Contraente Generale, mediante idonee robuste recinzioni, sicurvia metallici o di calcestruzzo tipo New Jersey, se necessario, in modo da garantire la sicurezza delle persone presenti all'interno del cantiere stesso e nel contempo mantenere la sicurezza degli utenti della strada ad un livello corrispondente a quello preesistente prima della formazione del cantiere stesso.

E' fatto obbligo al Contraente Generale di curare l'immagine di cantiere in conformità alle indicazioni che saranno all'uopo fornite dalla D.L.. Resta stabilito che per le recinzioni e la cartellonistica saranno impiegati materiali, tecniche di immagine e comunicazione di elevati standard qualitativi. La cartellonistica dovrà essere realizzata in cartelloni di lamiera con scritte e marchi a più colori. E' peraltro fatto obbligo al Contraente Generale di impiegare in particolari posizioni delle recinzioni concordate con il Direttore Lavori, materiali sovrastampati, con immagini e comunicazione totalmente oscuranti la visibilità dei lavori dall'esterno. Sono a carico del Contraente Generale tutti gli oneri necessari alla mitigazione dell'impatto ambientale degli impianti di cantiere e in particolare, in via indicativa e non esaustiva:

- accumulo e conservazione per il reimpiego del terreno vegetale;
- predisposizione di barriere antirumore e di coperture insonorizzate per gli impianti fissi e mobili, ove necessario, per la vicinanza di insediamenti abitativi;
- impiego di mezzi di cantiere ad emissione ridotta di vibrazioni/rumore;
- provvedimenti atti a ridurre le emissioni di gas e polveri e ad evitare il rilascio di materiale sulle strade da parte dei mezzi di trasporto; si richiamano, in particolare, le prescrizioni VIA;
- lavaggio e pulizia delle strade di accesso;
- trattamento delle acque reflue;
- conservazione della viabilità pubblica e privata preesistente, mediante pulizia e manutenzione;
- predisposizioni di segnaletica stradale e di cartellonistica informativa;
- ripristino morfologico ed idraulico dei luoghi, nonché della vegetazione autoctona (prato, arbusti ed alberi), al termine dei lavori.

- 2) L'installazione e l'impiego di tutte le attrezzature e i mezzi d'opera adeguati in relazione all'entità dell'opera o di parte dell'opera, e tali da garantire il buon funzionamento del cantiere, la compatibilità dei mezzi impiegati con il tipo di lavoro da eseguirsi e con la sicurezza per gli operai e gli utenti della viabilità stradale. Tali mezzi sono comunque soggetti, prima dell'uso, al preventivo benestare della Direzione Lavori.
- 3) La fornitura degli operai e tecnici qualificati nonché degli strumenti occorrenti per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica, contabilità e collaudazione dei lavori nonché le prestazioni occorrenti per le prove, misurazioni ed assaggi che la Direzione Lavori o l'Alta Sorveglianza ritenga di effettuare.
- 4) La fornitura di tutti i materiali di consumo, attrezzi utensili, carburanti, lubrificanti, macchinari ecc, necessari per l'esecuzione dei lavori, manutenzione segnaletica e sicurezza del lavoro; la regolare illuminazione secondo la normativa vigente, compresi l'allacciamento all'energia elettrica e l'allacciamento all'acquedotto e alla canalizzazione per lo smaltimento delle acque luride e di quelle piovane e/o meteoriche in genere; si rimanda, in particolare alle prescrizioni VIA.
- 5) Produrre all'Alta Sorveglianza la documentazione prevista dalla normativa vigente in materia di sicurezza dei cantieri. Gli oneri e le responsabilità derivanti dall'inosservanza dei tempi stabiliti, dall'incompletezza dei documenti di cui sopra, sono esclusivamente a carico del Contraente Generale.
- 6) Attuare l'osservanza delle norme derivanti dalle vigenti leggi e dai decreti relativi alla prevenzione infortuni sul lavoro, all'igiene del lavoro, alle assicurazioni contro gli infortuni sul lavoro, alle previdenze varie per la disoccupazione involontaria, invalidità e vecchiaia, per la tubercolosi ed altre malattie professionali e di ogni altra disposizione in vigore, o che potrà intervenire in corso di appalto, per la tutela materiale e morale dei lavoratori.
- Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, il Contraente Generale si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel Contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle Imprese edili, Aziende industriali ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.
- Il Contraente Generale si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla loro sostituzione e, se cooperativa, anche nei rapporti con i soci.
- Il Contraente Generale è responsabile rispetto alla Stazione Appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti. Il fatto che il subappalto sia stato autorizzato, non esime il Contraente Generale dalla suddetta responsabilità e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della Stazione Appaltante.
- Al fine del rispetto degli obblighi di cui sopra, il Contraente Generale è tenuto allo scrupoloso rispetto delle norme contenute all'art. 9 del Regolamento di cui al D.P.C.M. 10.01.1991, n° 55 (pubblicato sulla G.U. n° 49 del 27.02.1991) e ad osservare le norme previste per la prevenzione degli infortuni e per la tutela della salute nei luoghi di lavoro sia per il proprio personale che per il personale di altre Imprese presenti nel cantiere, e della Stazione Appaltante, in applicazione delle Leggi e dei Regolamenti vigenti.
- In particolare, nell'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto, il Contraente Generale si impegna ad applicare le prescrizioni contenute del Piano di Sicurezza e Coordinamento nonché del Piano Operativo di Sicurezza.
- In caso di inottemperanza degli obblighi di cui sopra, accertata dall'Alta Sorveglianza o ad essa segnalata dagli organi di vigilanza, la Stazione Appaltante medesima potrà sospendere le lavorazioni fino alla comunicazione scritta degli avvenuti adeguamenti effettuati dalle Imprese interessate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente punto accertata dalla Stazione Appaltante o dalla Direzione lavori o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, l'Alta Sorveglianza medesima comunicherà alla Stazione Appaltante e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento al Contraente Generale delle somme accantonate non sarà effettuato, fino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra, il Contraente Generale non può opporre eccezioni alla Stazione Appaltante, né ha titolo a risarcimento di danni.

Sulle somme detratte non saranno per qualsiasi titolo corrisposti interessi.

- 7) Fornire alla Direzione dei Lavori la prova di avere ottemperato alla Legge n° 68 in data 12/03/1999 sulle assunzioni obbligatorie.
- 8) Adottare tutti i provvedimenti e le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, richiamando in particolare, a questo proposito, quanto stabilito dall'articolo 14 del presente contratto; il Contraente Generale risponderà del pregiudizio arrecato a persone e cose di terzi in tutti i casi in cui il pregiudizio debba essere indennizzato o risarcito, sollevando la Stazione Appaltante da ogni pretesa che al riguardo venisse rivolta contro di essa. Il Contraente Generale dovrà provvedere al risarcimento di eventuali danni arrecati a cose o persone, durante l'esecuzione dei lavori, e valutato a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, dovrà essere anticipato dal Contraente Generale fatti salvi gli eventuali diritti di rivalsa del Contraente Generale nei confronti del danneggiato. Quanto sopra si ritiene valido anche nel caso in cui vi siano già stipulate, da parte del Contraente Generale polizze di assicurazione. Infine l'anticipazione di cui sopra non darà diritto al Contraente Generale di richiedere a chicchessia eventuali risarcimenti per oneri derivanti dall'anticipazione stessa.
- 9) L'applicazione di segnalazioni regolamentari diurne e notturne, mediante appositi cartelli e fanali, se necessario anche presidiati da idoneo personale, nei tratti stradali ed autostradali interessati dai lavori. Le suddette segnalazioni corrisponderanno ai tipi prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con Decreto Legislativo 30.04.1992, n° 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione, nonché ai tipi previsti dalla circolare del Ministero LL.PP. n° 2900 in data 20.11.1984 per lavori eseguiti su autostrade e strade con analoghe caratteristiche, purché non in contrasto con la segnaletica prevista dal Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- 10) Sottostare a tutte le eventuali prescrizioni che saranno imposte dall'Ufficio del Genio Civile, Consorzio di Bonifica, Ufficio Provinciale Difesa o Magistrato delle Acque nella cui giurisdizione si svolgeranno i lavori, in merito agli attraversamenti di fiumi e corsi d'acqua e dovrà apprestare i relativi elaborati occorrenti ai fini dell'approvazione da parte degli Uffici suddetti. Si intende che per tutte le eventuali modifiche apportate agli elaborati dagli Uffici suindicati ed ulteriori loro prescrizioni, il Contraente Generale non potrà accampare diritti di sorta per compensi.
- 11) Tutte le pratiche e gli oneri per l'occupazione temporanea o definitiva di aree pubbliche o private per strade di servizio, per accesso ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, loro illuminazione durante il lavoro notturno, per deviazioni o conservazioni provvisorie di strade ed acque pubbliche e private, per cave di prestito, per il conferimento in discariche autorizzate di materiali dichiarati inutilizzabili dalla Direzione Lavori e di eventuali rifiuti anche speciali, nel rispetto della normativa vigente; per tutto quant'altro necessario alla esecuzione dei lavori.

Lisle 6

Resta in proposito precisato che il Contraente Generale, oltre ad essere tenuto ad eseguire a propria cura e spese le opere di consolidamento delle discariche che venissero ritenute necessarie, risponderà sempre e direttamente nei confronti dei terzi, per le succitate occupazioni, obbligandosi a sollevare da ogni corrispondente richiesta la Stazione Appaltante che, pertanto, ed in ogni caso, rimane del tutto estranea.

- 12) Lo svolgimento delle pratiche per conseguire i permessi per le limitazioni o le interruzioni del traffico locale e per l'estrazione dai pubblici corsi d'acqua dei materiali occorrenti, nonché il pagamento dei canoni dovuti per le concessioni relative.
- 13) La custodia e la sorveglianza, nonché il mantenimento costante dell'efficienza diurna e notturna della segnaletica di cantiere affidata a personale del Contraente Generale stesso o all'uopo incaricato. Il Contraente Generale è obbligato a sostituire, a sua cura e spese, l'attrezzatura sottratta, danneggiata e ad eseguire la riparazione conseguente.
- 14) La messa a disposizione, dalla consegna dei lavori fino all'emissione del certificato di collaudo, nell'ambito del cantiere principale in posizione da concordare con il Direttore Lavori, di adeguati locali ad uso ufficio per il personale dell'Alta Sorveglianza, di Direzione Lavori e di assistenza e per il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, arredati, illuminati e riscaldati, oltre ad adeguati servizi igienico-sanitari.  
I locali suddetti dovranno essere dotati di telefono ed avere la disponibilità di fax, fotocopiatrice e tavolo da disegno.  
A carico del Contraente Generale saranno, inoltre, le spese per la custodia, la pulizia, l'illuminazione e il riscaldamento, la manutenzione ordinaria, il canone telefonico, fino alla consegna dell'opera ultimata nel suo complesso.
- 15) L'impianto di idonei edifici per l'alloggio del personale addetto ai lavori e per la loro mensa, dimensionati in relazione alle esigenze, dotati di servizi igienico-sanitari, con docce, debitamente illuminati e riscaldati, con allacciamenti idrico, elettrico e di smaltimento dei liquami conformi alle normative vigenti. Tali fabbricati dovranno essere in un'idonea zona del cantiere, o in prossimità di esso, in modo da consentire l'accesso libero dall'esterno e la separazione dall'area destinata a cantiere vero e proprio.
- 16) Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire i lavori in presenza di traffico, in prossimità di strade pubbliche, corsi d'acqua e proprietà private, nonché quelli derivanti dalla presenza nella zona dell'intervento di cavidotti ed impianti interrati di vario genere in esercizio, la cui individuazione, protezione ed eventuale rimozione, anche provvisoria, nel corso dei lavori rimane ad esclusivo carico del Contraente Generale; il Contraente Generale resta totalmente responsabile degli eventuali danni causati a detti sottoservizi, anche qualora la loro ubicazione non risulti conforme a quanto indicato nel Progetto Esecutivo. Ogni intervento dovrà essere effettuato d'intesa con la Direzione Lavori ed in conformità alle prescrizioni fornite dai vari Enti Gestori dei sottoservizi. Sono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco gli oneri per l'esecuzione di scavi, rinterri ed assemblaggi delle tubazioni di qualsiasi genere e materiale, in presenza di tubazioni in esercizio per condotte di gas, acqua e liquami che devono rimanere sempre in esercizio, anche se ciò comporta la realizzazione di by-pass provvisori, da eseguirsi secondo le indicazioni della Direzione Lavori e del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, per quanto di competenza ed in conformità alle prescrizioni degli Enti Gestori i servizi.
- 17) La costruzione di eventuali ponti di servizio, passerelle, accessi, canali e comunque tutte le opere provvisorie occorrenti per mantenere il transito, anche con deviazione di strade pubbliche e private e la continuità dei corsi d'acqua, complete di opere di protezione anche provvisorie e di relativa segnaletica e illuminazione se necessaria a discrezione della Direzione Lavori.

18) La redazione dei Progetti di tutte le opere civili e degli impianti tecnologici.

I Progetti dovranno rispettare tutte le vigenti disposizioni di Legge e norme ministeriali in materia; inoltre essi dovranno rispettare tutte le prescrizioni ed indicazioni impartite dalla Stazione Appaltante. Il Progetto dovrà essere corredato dalle verifiche di stabilità necessarie di tutte le opere civili (opere d'arte, edifici, corpo stradale e relative fondazioni, pavimentazioni, ecc.) e dei calcoli di verifica di tutti gli impianti tecnologici. Il Contraente Generale dovrà effettuare tutti gli ulteriori rilievi, le indagini, gli accertamenti, le sperimentazioni e gli studi necessari per la redazione dei Progetti Definitivi ed Esecutivi, anche per lotto e per stralci. Tali progetti (disegni e calcoli) saranno consegnati su base informatica e su supporto cartaceo e dovranno essere firmati dal Contraente Generale e da un ingegnere iscritto all'Albo professionale in qualità di tecnico per conto del Contraente Generale.

Il Contraente Generale sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori il Progetto Costruttivo di Dettaglio, suddiviso per fasi, con un anticipo di almeno 30 giorni rispetto alla data prevista nel programma stesso per la relativa esecuzione.

AS BUILT  
Il Contraente Generale è tenuto a completare ed a predisporre, su supporto informatico (nei formati che saranno indicati dalla Direzione Lavori) e cartaceo, tutti i disegni costruttivi delle opere ed i rilevamenti di tutte le opere eseguite (disegni "as built"), rientranti sia nell'oggetto delle opere a corpo, sia tra quelle a misura, ai fini della valutazione degli stati di avanzamento e della formazione della banca dati per la manutenzione e futura gestione dell'opera. Il Contraente Generale è altresì responsabile delle opere ai sensi e per gli effetti dei disposti degli artt. 1667, 1668 e 1669 del Codice Civile, per cui risulta corresponsabile della progettazione di dettaglio delle opere stesse, dovendo essere tale dettaglio accettato dalla Direzione Lavori. A tale riguardo il Contraente Generale può proporre gli approfondimenti tecnici che riterrà necessari.

Al termine dei lavori il Contraente Generale dovrà consegnare in n. 3 copie più lucido relativo i disegni di consistenza di tutte le opere. Detti disegni saranno restituiti oltre che su supporto cartaceo anche su supporto informatico prodotto utilizzando il formato grafico DXF o altro formato che sarà indicato dalla Direzione Lavori stessa.

19) La comunicazione, nei giorni che verranno stabiliti dalla Direzione Lavori, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera. Per ogni giorno di ritardo, rispetto alla data fissata dalla Direzione Lavori, per l'inoltro delle suddette notizie, verrà applicata una multa pari al 10% della penalità prevista del presente contratto, restando salvi, bene inteso, i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati a suo carico, in analogia a quanto sancisce il Regolamento o il Capitolato Generale per l'irregolarità di gestione e per le più gravi inadempienze contrattuali.

20) La manutenzione delle opere fino all'approvazione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione, anche in soggezione di traffico.

21) Le spese per tutti i prelievi e le prove in sito ed in laboratorio, richiesti dalla Direzione Lavori, o da altri Enti, nonché le operazioni di collaudo e le operazioni di prova, statica, dinamica e di verifica dei requisiti delle opere fornite o realizzate, da eseguirsi presso i laboratori indicati dalla Direzione Lavori, solo escluso l'onorario per i Collaudatori nominati dalla Stazione Appaltante.

22) Lo sgombero, a lavori ultimati, di ogni opera provvisoria, materiale residuo, detriti, ecc., con perfetta pulizia delle sedi stradali ed autostradali e loro pertinenze.

23) Il pagamento l'assicurazione contro gli incendi di tutte le opere e del cantiere dall'inizio dei lavori fino al collaudo finale, comprendendo nel valore assicurato anche le opere eseguite da altre ditte; l'assicurazione contro tali rischi dovrà farsi con polizza intestata alla Stazione Appaltante; l'assicurazione di responsabilità civile per danni causati, anche a terze persone, per suo fatto o colpa in dipendenza dai lavori e dalla loro esecuzione.



24) La fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi del loro sviluppo, nel numero e nelle dimensioni che verranno richieste dalla Direzione Lavori.

25) E' fatto divieto al Contraente Generale, salvo autorizzazione scritta della Stazione Appaltante, di fare o di autorizzare a terzi la pubblicazione di notizie, articoli, disegni, fotografie o altri documenti delle opere oggetto dell'appalto.

26) Provvedere, prima dell'inizio dei lavori, alla fornitura e posa di cartelli riportanti le indicazioni prescritte dalla Circolare Ministeriale Lavori Pubblici n° 1729/UL del 01.06.1990, secondo le disposizioni fornite dalla Direzione Lavori sul loro numero, posizione e contenuto. Peraltro le tabelle dovranno rispondere a quanto prescritto dall'art. 18 della Legge 19.03.1990, n° 55 e dal D.Lgs. 494/96 e successive modificazioni ed integrazioni e dovrà essere riportata la rappresentazione grafica dell'opera da realizzare inquadrata nel contesto urbano in cui si opera.

27) Come previsto dalla Legge 55 del 19.03.1990 e successive modificazioni ed integrazioni, nonché dalla Legge e dalle normative sulla sicurezza e la salute negli ambienti di lavoro, il Contraente Generale ha l'obbligo di rendere i piani redatti dalle Imprese subappaltatrici, compatibili tra loro e coerenti con il Piano presentato ed eventualmente aggiornato dal Contraente Generale medesimo.

Nell'ipotesi di Associazione Temporanea di Imprese, o di Consorzio, tale obbligo incombe al Contraente Generale mandataria, o capogruppo.

28) Il Contraente Generale è tenuto ad informare tempestivamente la Stazione Appaltante ed il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori di eventuali infortuni occorsi al proprio personale o di Imprese terze all'interno del cantiere.

29) Prevedere la possibilità di lavoro in contemporanea con altre Imprese presenti sui luoghi dei lavori in oggetto, senza alcuna dilazione nei tempi o richiesta di oneri aggiuntivi.

30) Provvedere al mantenimento a deposito presso i cantieri, in perfetto stato di conservazione, del materiale consegnato dalla ditta fornitrice per il tempo necessario fino al momento dell'installazione in opera con relativa guardiania continuativa.

31) Fornire alla Direzione Lavori ed al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori il numero telefonico del Responsabile di cantiere del Contraente Generale per il suo reperimento sollecito 24 ore su 24.

32) Il Contraente Generale, inoltre, ai fini dell'applicazione delle normative sulla sicurezza e sulla salute sul luogo del lavoro, di cui al D.P.R. 547/1955 e successivi D.Lgs. 626/1994 e D.Lgs. 494/1996 e successive modificazioni ed integrazioni, dovrà formare e informare il proprio personale sui rischi specifici nell'ambiente in cui andrà ad operare. In ogni caso, il Contraente Generale si obbliga a far partecipare, prima dell'inizio dei lavori, il Direttore del cantiere ed altri tecnici responsabili operativi dei lavori e/o il responsabile della sicurezza a riunioni di coordinamento ai fini di una reciproca informazione sui rischi specifici dell'appalto. In caso di sostituzione del responsabile di cantiere, l'incaricato dovrà essere sottoposto ad analogo incontro informativo. A tali incontri vi è l'obbligo di partecipare, pena la sospensione o, in caso di reiterato rifiuto, la rescissione contrattuale.

33) Prima dell'inizio dei lavori, il Contraente Generale dovrà procedere, a propria cura e spese, a bonificare da ordigni esplosivi residuati bellici le zone che verranno interessate dai lavori oggetto del presente contratto, secondo il progetto predisposto a sua cura e le eventuali ulteriori prescrizioni che verranno impartite dall'Autorità Militare. Pertanto, di qualsiasi

incidente del genere che potesse verificarsi per inosservanza della predetta obbligazione, ovvero per incompleta o poco diligente bonifica, è sempre responsabile il Contraente Generale, rimanendo in tutti i casi sollevata la Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale dovrà esibire i certificati di collaudo e le attestazioni circa l'adempimento degli obblighi di cui trattasi, dopo averli richiesti, sempre a proprie cure e spese, all'Autorità Militare competente.

La Stazione Appaltante si riserva di ordinare l'avvio delle bonifiche belliche anche immediatamente dopo l'aggiudicazione provvisoria.

- 34) Le spese per l'esecuzione e l'esercizio delle opere ed impianti provvisionali, qualunque ne sia l'entità, che si rendessero necessari, sia per garantire il regolare funzionamento del traffico veicolare, sia per deviare le correnti d'acqua e proteggere da esse gli scavi, le murature e le altre opere da eseguire, sia per provvedere agli esaurimenti delle acque stesse, provenienti da infiltrazioni o da ruscellamento superficiale, o da cause esterne. Il Contraente Generale è responsabile dei danni prodotti a terzi sia per causa di dette opere provvisionali che per deviazioni di correnti d'acqua.
- 35) Smaltimento dei rifiuti da demolizioni, bonifiche e scavi: è fatto obbligo al Contraente Generale di provvedere a propria cura e spese compreso l'eventuale indennizzo di discarica, all'allontanamento dei materiali di rifiuto provenienti da demolizioni e/o scavi, mediante trasporto in discarica autorizzata o altra forma di smaltimento prevista dal DPR 915/82, L.R. 33/85 e dal D. Lgs. 5/02/97 n. 22. Nel caso di trasporto di detti materiali in conto proprio, il Contraente Generale è tenuto a munirsi di autorizzazione del Sindaco e all'osservanza del D.M. 6 settembre 1994 sulle normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. E' fatto obbligo al Contraente Generale di provvedere allo smaltimento dei rifiuti, anche speciali, ed in genere di tutti i materiali presenti sia in superficie e sia all'interno dei fabbricati da demolire, compresi nelle aree di cantiere e di provvedere a propria cura e spese compreso l'eventuale indennizzo di discarica, all'allontanamento di qualsiasi tipo, qualità e quantità di materiali presenti nelle aree e fabbricati suddetti, compresa l'eventuale cernita del materiale a demolizione avvenuta nel caso non fosse possibile o sicuro accedere all'interno dei fabbricati prima della loro demolizione, compreso trasporto a discarica autorizzata o altra forma di smaltimento ai termini di legge.
- 36) Il Contraente Generale si impegna ad eseguire i lavori sia in presenza dei sottoservizi che in concomitanza con l'eventuale spostamento, anche temporaneo, degli stessi. Il Contraente Generale, nel corso dell'esecuzione dei lavori, sarà responsabile della opportuna sistemazione e deviazione delle canalizzazioni di qualsiasi tipo (per esempio: cavi elettrici e telefonici, condotte d'acqua, gas, fognature, ecc.), nonché delle linee elettriche e telefoniche con le relative palificazioni, che venissero a trovarsi nell'area oggetto di intervento. In tale circostanza il Contraente Generale dovrà realizzare le opere necessarie allo spostamento dei sottoservizi con interventi che saranno compensati con gli articoli di elenco e/o in economia. Saranno comunque considerate a suo completo carico le eventuali riparazioni dei guasti che per qualsiasi causa dovessero venir arrecati alle opere e condutture sotterranee e loro accessori. Nessuna pretesa o maggiore compenso potrà essere richiesto dal Contraente Generale per l'esecuzione dei lavori in presenza di qualsiasi tipo di condotta o linea aerea anche su palificata.
- 37) A provvedere prima dell'inizio delle demolizioni ad effettuare tutte le necessarie verifiche di stabilità e/o perizie con le conseguenti opere provvisionali per assicurare la corretta e sicura demolizione dei fabbricati o il corretto e sicuro mantenimento in atto delle porzioni di fabbricati da sezionare o da non demolire.

38) Qualora i lavori da eseguire interessino aree dove insistono alberi, il Contraente Generale è tenuto ad eseguire i lavori in modo che questi non ne risultino danneggiati secondo le prescrizioni della D.L.o., nell'eventualità che siano da abbattere, ad ottenere il permesso agli Enti competenti ed al successivo abbattimento, a sua cura e spese, previa sramatura e successiva estirpazione della ceppaia per alberi di qualsiasi tipo e dimensione, anche in presenza di traffico se trattasi di alberi piantumati ai bordi delle strade.

39) Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse deve essere fatta a cura e spese del Contraente Generale, la quale, anche in presenza del traffico esistente sulla strada in esercizio o sulla viabilità ordinaria, la eseguirà senza portare turbamento al traffico medesimo e comunque nel rispetto delle norme di legge a tutela della circolazione e dell'incolumità pubblica, restando al riguardo a suo carico ogni responsabilità sia civile che penale.

Il Contraente Generale sarà inoltre tenuto all'osservanza, oltre che delle disposizioni di legge, anche delle prescrizioni che dovesse fissare la Stazione Appaltante, senza che, per gli oneri che potessero derivarne, abbia nulla a pretendere.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione e l'approvazione del certificato di collaudo e salve le maggiori responsabilità sancite all'art.1669 del Codice Civile, il Contraente Generale è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico del Contraente Generale, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo il Contraente Generale stesso, di volta in volta, alle riparazioni necessarie, senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori.

Ove però il Contraente Generale non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione Lavori con invito scritto, si procederà d'ufficio e la spesa, maggiorata del 10% per spese generali, andrà a debito del Contraente Generale stesso.

Per quanto riguarda le massicciate e le pavimentazioni eventualmente di competenza del Contraente Generale, sia per ragioni particolari di stagione, sia per altre cause, potrà essere concesso alla stessa di procedere alle riparazioni con procedimenti di carattere provvisorio e ciò sempre allo scopo di permettere l'intervento immediato di cui sopra. Per ogni riparazione di questo tipo, il Contraente Generale è obbligato ad informare con tempestività la Direzione Lavori, e provvedere poi, appena possibile, alla sistemazione ed al rifacimento delle riparazioni provvisorie in maniera definitiva, con i materiali e nei modi prescritti dal contratto.

Nel caso in cui, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori ed il collaudo, si verificassero delle variazioni, ammaloramenti o dissesti nelle opere oggetto dell'appalto, per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite dal Contraente Generale, questo ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti alla Stazione Appaltante entro cinque giorni dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente alle necessarie constatazioni. Il Contraente Generale tuttavia è tenuto a riparare dette variazioni od ammaloramenti tempestivamente, ed i relativi lavori verranno contabilizzati applicando, ove previsti i prezzi di Elenco. In casi di particolare urgenza, la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di ordinare che detti lavori vengano effettuati anche durante le ore notturne. All'atto del collaudo le opere oggetto dell'appalto dovranno apparire in stato di ottima conservazione, senza irregolarità o difetti.

Relativamente alle massicciate ed alle pavimentazioni stradali, quando i rifacimenti manutentori apportati dal Contraente Generale nel periodo in cui la manutenzione è a suo carico, ammontino complessivamente, all'atto del collaudo, a più di un decimo della superficie totale della pavimentazione, la Stazione Appaltante potrà rifiutare il collaudo dell'intera estensione della medesima, riservandosi la richiesta dei danni conseguenti.

Per le opere in verde potrà essere applicato l'art. 201 del Regolamento.

40) Il Contraente Generale dovrà sottoporre all'approvazione del competente Ufficio dell'Amministrazione Ferroviaria i disegni ed i calcoli relativi alle opere di attraversamento

delle linee ferroviarie (sovrappassi e sottopassi). Solo dopo l'intervenuta approvazione da parte dell'amministrazione Ferroviaria, il Contraente Generale potrà dare inizio al lavoro.

Il Contraente Generale, inoltre, dovrà fornire per detti manufatti il progetto esecutivo delle relative armature di sostegno e loro casseforme, con i relativi calcoli statici i quali dovranno riportare il benessere del competente Ufficio dell'Amministrazione Ferroviaria.

Il Contraente Generale dovrà attenersi per la progettazione del manufatto e relative armature a quanto sarà richiesto dall'Amministrazione Ferroviaria ed introdurre le modifiche che le saranno prescritte.

L'Amministrazione Ferroviaria avrà diritto, durante l'esecuzione sia del manufatto e sia delle armature di sostegno, di impartire tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà opportune nell'interesse della regolarità del traffico ferroviario ed alle quali il Contraente Generale dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi, di qualsiasi natura e specie, essendo tutto ciò previsto e compensato nei prezzi offerti.

Si conviene che in tutte le categorie di lavori, nei prezzi unitari offerti e nel compenso a corpo è compreso altresì ogni e qualunque onere a carico del Contraente Generale per dover sottostare a tutte quelle limitazioni, interruzioni di lavoro, fori per l'ancoraggio delle linee elettriche al manufatto, prescrizioni di ogni e qualsiasi genere che l'Amministrazione Ferroviaria intenderà fare adottare nell'interesse del servizio ferroviario in relazione alla esecuzione del lavoro in parola, per le campionature e prove sui materiali impiegati, nonché per le prove di carico sui manufatti stessi.


Al riguardo si precisa che resta incluso negli oneri posti a carico del Contraente Generale, anche la corresponsione dell'importo eventualmente richiesto dall'Amministrazione Ferroviaria per gli oneri conseguenti al rallentamento e al pilotaggio dei treni, ivi compresa l'assistenza speciale per i lavori da eseguire con soggezione alla linea ferroviaria. Resta inteso, però, che la parte dei lavori da effettuarsi con soggezione della linea ferroviaria dovrà essere eseguita nei termini previsti dal progetto esecutivo e definiti con l'Amministrazione Ferroviaria.

Il Contraente Generale rimane unico e solo responsabile della realizzazione delle opere e della loro buona riuscita.

L'approvazione da parte dell'Amministrazione Ferroviaria non solleva sotto tale riguardo il Contraente Generale.

Quando il Contraente Generale non adempia a tutti questi obblighi, la Stazione Appaltante sarà in diritto, previo avviso dato per iscritto e restando questo senza effetto, entro il termine fissato nella notifica di provvedere direttamente, quale che sia all'uopo la spesa necessaria, disponendo il dovuto pagamento con speciali ordinativi nel termine di dieci giorni. In caso di rifiuto o di ritardo di tali pagamenti da parte del Contraente Generale, essi saranno fatti d'ufficio e la Stazione Appaltante si rimborserà della spesa sostenuta sul successivo acconto. Sarà applicata una penale pari al 10% sull'importo dei pagamenti derivati dal mancato rispetto agli obblighi sopra descritti nel caso che ai pagamenti stessi debba provvedere la Stazione Appaltante. Tale penale sarà ridotta al 5% qualora il Contraente Generale ottemperi all'ordine di pagamento entro il tempo fissato nell'atto della notifica.

## 6 MODALITÀ DI DETERMINAZIONE E PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO

Il corrispettivo dell'appalto viene determinato a corpo in €  come dall'offerta presentata in sede di gara.

Per le attività ed i lavori finalizzati alla acquisizione delle aree di sedime (Espropri, occupazioni, indennità, etc., ed oneri per eliminazione interferenze "maggiori") e per allacci a pubblici servizi, si procederà invece al mero rimborso delle indennità e dei pagamenti effettivamente a tale titolo anticipati in nome e per conto della Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale dà atto che il corrispettivo offerto è stato determinato sulla base degli elementi da lui verificati e ritenuti validi, sulla scorta dei quali ha formulato la propria offerta.

Ogni alea connessa alla valutazione quantitativa e qualitativa dei magisteri, attività, forniture ed opere necessari è da intendersi già valutata, anche implicitamente, dal Contraente Generale in sede di offerta e quindi è al suo totale carico.

Ai fini della compilazione e liquidazione delle rate di acconto, l'importo a corpo viene suddiviso con l'individuazione dell'incidenza delle singole partite e sottopartite contabili dei lavori compresi nei lavori a corpo, secondo quanto stabilito nel contratto d'appalto.

### Pagamenti in acconto

Il Contraente Generale in sede di progetto definitivo dovrà predisporre un elenco prezzi ed un computo metrico-estimativo.

L'elenco prezzi sarà elaborato sulla base del prezzario ANAS 2001.

Il computo metrico-estimativo non assumerà alcun valore ai fini dello sviluppo delle opere che dovranno essere realizzate dal Contraente Generale nel rispetto delle regole dell'arte e della buona tecnica.

Il computo metrico-estimativo consentirà alla Stazione Appaltante di verificare la completezza e la adeguatezza del progetto.

Eventuali sottostime rilevate dalla Stazione Appaltante nel corso dell'approvazione del progetto saranno segnalate al Contraente Generale che comunque sarà tenuto in corso d'opera ed attenersi alle disposizioni impartite dall'Alta Sorveglianza ove fossero rilevate carenze sulle quantità pregiudizievoli della buona esecuzione dei lavori.

L'elenco prezzi varrà ai fini della computazione delle eventuali varianti sia in diminuzione che in aumento.

Eventuali nuovi prezzi saranno definiti alla stregua di quanto previsto dall'art. 34 del D.P.R. 554/1999.

Ogni stato di avanzamento dei lavori con relativo certificato di pagamento, sarà emesso dalla Direzione Lavori entro 45 giorni dalla data del verificarsi delle condizioni di cui sopra.

Il Contraente Generale dovrà presentarsi nel giorno stabilito per la firma della contabilità.

Eventuali ritardi imputabili al Contraente Generale modificheranno i termini indicati nel presente articolo.

Il pagamento dei certificati di acconto sarà effettuato nei termini previsti dalla normativa vigente.

In ogni caso resta convenuto che l'eventuale ritardo - quale sia - nel pagamento dei suddetti acconti non darà diritto al Contraente Generale di sospendere o rallentare i lavori, né di chiedere lo scioglimento del contratto, avendo egli soltanto il diritto al pagamento degli interessi a sensi e nei termini di cui all'art. 26 della legge.

Per l'effettuazione dei pagamenti in acconto saranno redatti appositi stati di avanzamento, nei quali sarà certificato il raggiungimento delle condizioni previste per la relativa emissione. Tali condizioni sono stabilite dalla Stazione Appaltante sulla base del cronoprogramma di sviluppo delle attività realizzative e di supporto alla realizzazione di offerta, nonché della stima del valore delle opere e delle attività, contenuta nel progetto definitivo.

La stima suddetta sarà suddivisa per "gruppi logici" di opere e di attività, tenuto presente il cronoprogramma e la loro precisa individuabilità, con il fine di poterne stabilire con facilità il compimento (ad esempio: un gruppo logico può essere costituito dai movimenti terra da una progressiva ad un'altra progressiva).

I materiali a piè d'opera non possono costituire un gruppo logico.

Tali elementi determineranno la progressione del valore cumulato delle attività da eseguire, sulla base della quale saranno individuate le soglie economiche per l'emissione dei SAL.

E' facoltà della Stazione Appaltante modificare o aggiornare tale progressione, alla luce dell'effettivo svolgimento del cantiere.

In caso di sospensione dei lavori per cause non dipendenti dal Contraente Generale, la Stazione Appaltante, a suo insindacabile giudizio, potrà procedere alla liquidazione dei lavori eseguiti, indipendentemente dalla cadenza e dall'ammontare del credito maturato.

Su ogni certificato di acconto sarà effettuata:

- 1) la trattenuta dello 0,50% .
- 2) la decurtazione pari alla percentuale di prefinanziamento di cui al successivo punto 7.

Qualora i risultati delle verifiche compiute durante il corso dei lavori non avessero dato esito nel complesso favorevole, la Stazione Appaltante potrà effettuare altre trattenute nella misura che riterrà opportuna, in pendenza dell'esito del collaudo.

Non saranno invece tenuti in alcun conto i lavori eseguiti irregolarmente o in contraddizione agli ordini di servizio della Direzione Lavori e non conformi al contratto.

Dall'importo complessivo calcolato come innanzi saranno volta per volta dedotti, oltre le ritenute di legge, l'ammontare dei pagamenti in acconto già precedentemente corrisposti e gli eventuali crediti della Stazione Appaltante verso il Contraente Generale per somministrazioni fatte o per qualsiasi altro motivo.

Compilato il certificato di ultimazione dei lavori, sarà corrisposta l'ultima rata di acconto qualunque sia il tempo trascorso dal precedente acconto e qualunque sia la somma risultante al netto delle ritenute suddette. In tale sede sarà tenuto conto di eventuali penalità per ritardata ultimazione dei lavori.

#### Pagamento a saldo

Entro il novantesimo giorno dall'emissione del Certificato di collaudo, effettuato l'accertamento della regolarità contributiva verso gli Istituti assicurativi INPS, INAIL, ovvero verso quegli altri Enti eventualmente competenti secondo la natura giuridica e la qualificazione del Contraente Generale, si procederà alla corresponsione al Contraente Generale del saldo risultante dalle relative liquidazioni, a fronte di preventiva garanzia fidejussoria, prestata dal Contraente Generale medesimo, di durata pari al periodo di provvisorietà del certificato di collaudo.

Nel caso in cui il Contraente Generale non abbia preventivamente presentato garanzia fidejussoria, il termine di novanta giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa.

## 7 PREFINANZIAMENTO

Il Contraente Generale assume a suo carico ogni onere finanziario e, in particolare, l'onere del prefinanziamento dei lavori e delle altre attività espletate dal Contraente Generale in ragione della quota pari a quella di offerta, e ciò in aggiunta all'onere finanziario conseguente alle ritenute da praticarsi sugli stati di avanzamento secondo quanto previsto dagli atti contrattuali.

Resta inteso che in sede di corresponsione degli acconti in corso d'opera la Stazione Appaltante procederà come di seguito:

- Per lavori eseguiti sino alla concorrenza di € 100 milioni, regolarmente contabilizzati, non sarà versata alcuna somma;
- Per lavori eseguiti successivamente alla realizzazione dei primi € 100 milioni la Stazione Appaltante per ogni S.A.L. verserà un importo pari a quello contabilizzato ridotto proporzionalmente della quota di prefinanziamento offerta in sede di gara che terrà conto di € 100 milioni già anticipati.



## 8 PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo sarà redatto in conformità alle prescrizioni poste con l'approvazione del progetto preliminare. I prezzi per la stima sono quelli riportati nell'allegato prezziario, ribassato come da offerta, eventualmente integrato con elementi da introdurre a cura del Contraente Generale. Il progetto tratterà in particolare, fra l'altro, quanto di seguito elencato:

- sarà definito uno stretto coordinamento della cantierizzazione con i piani urbanistici e territoriali esistenti, nonché con le prescrizioni VIA;
- per le attività e gli interventi previsti in zone di pregio paesaggistico e interferenti con aree sottoposte a vincolo dovranno essere adottate tutte le misure necessarie al fine di consentire, non solo un appropriato recupero ambientale dei siti al termine dei lavori, ma anche l'esecuzione in corso d'opera degli interventi di mitigazione, prevedendo che tali opere siano modulate in funzione delle percezioni visuali dei siti dai punti di vista di maggiore frequenza e visibilità, adottando in fase di realizzazione modalità esecutive tali da favorire una rapida schermatura dei siti interessati;
- dovrà essere accertato e limitato al massimo il rischio di alterazione della qualità e del flusso delle risorse idriche superficiali e sotterranee;
- dovrà essere in particolare verificato e quantificato in che misura lo sfruttamento dei pozzi e la presenza delle sorgenti nelle aree limitrofe possa essere compromesso sulla base delle soluzioni costruttive adottate, sia nella fase di esecuzione che in fase di esercizio dell'opera;
- lo studio idraulico analizzerà il sistema idraulico maggiore e secondario, o organizzerà la nuova sistemazione e le interferenze in modo da evitare rigurgiti, ristagni o comunque, ostacoli al deflusso;
- dovranno essere progettati sistemi in grado di garantire l'impermeabilità delle paratie poste sotto il livello della falda, e sistemi di raccolta e allontanamento dalla sede stradale delle eventuali infiltrazioni residue. Tali accorgimenti comprenderanno, ad esempio, iniezioni, sigillature, modalità di giunzione tra gli elementi e i getti, nonché linee di drenaggio atte a evitare la formazione di ristagno di acqua e di pozze in grado di ghiacciare sulla carreggiata;
- le vasche di accumulo delle acque di piattaforma saranno dimensionate per eventi con tempo di ritorno di almeno 50 anni. Gli impianti di sollevamento saranno dotati di gruppi di continuità in grado di fornire il 100% della potenza di regime e saranno strumentati in modo da permettere il telecontrollo anche con sistemi video;
- dovrà essere realizzato un sistema di controllo della circolazione stradale, in grado di monitorare le condizioni del tracciato, dell'ambiente e del traffico tramite specifiche informazioni al Gestore e agli utenti. In particolare sarà attuato un sistema di regolazione dinamica della velocità e di rilevazione delle alterazioni di flusso e di visibilità. Ciò comporta la copertura totale dell'asse viario per ogni corsia, il controllo diretto dei nodi e dei tratti critici, nonché il controllo delle condizioni meteo. Il sistema di informazione all'utenza comprenderà pannelli a messaggio variabile (almeno 32) e dispositivi luminosi diffusi, oltre a colonnine SOS. Saranno inoltre predisposti dorsali in fibra ottica dedicate ai servizi di gestione e assistenza al traffico e l'hardware per il telepedaggio con l'impiego di tecnologie GPS.;
- dovrà essere dimostrato il rispetto delle norme sul tracciamento delle strade ed autostrade (D.M. 5/11/2001);

- sarà redatto uno studio di traffico allo scopo di verificare la fluidità dei flussi in ogni situazione ed il dimensionamento dei sistemi anti-rumore;
- dovranno essere individuate le mitigazioni a tutela del SIC di Salzano, minimizzando o eliminando gli interventi più impattanti, nonché dovrà essere definita la progettazione di interventi di compensazione ambientale. In particolare:
  - il tracciato dovrà essere schermato attraverso l'inerbimento e la piantumazione delle fasce di rispetto della linea nei tratti in rilevato e il posizionamento di barriere anti-rumore su entrambi i lati per tutta la tratta all'aperto, ai fini di un corretto inserimento ecologico dell'opera e di arrecare il minimo disturbo possibile alle comunità presenti sul territorio;
  - le barriere acustiche trasparenti prevederanno l'applicazione di sagome di rapaci in volo, al fine di limitare la collisione di passeriformi;
  - dovranno essere individuate le soluzioni costruttive necessarie a minimizzare gli impatti a livello agricolo o prevedere le infrastrutture accessorie (sovrappassi e sottopassi) atti a garantire i collegamenti fra i vari appezzamenti agricoli;
  - dovranno essere progettati i criteri e l'esecuzione della bonifica dagli ordigni bellici e i tempi dei benestare dell'autorità militare, nel rispetto del cronoprogramma di offerta.
- La stima di progetto esplicherà il valore dei "gruppi logici" di cui sub 6.
- La suddivisione dei lavori in lotti funzionali o organizzativi.
- Dev'essere garantita la continuità dei percorsi arginali lungo i corsi d'acqua.
- L'estetica dei manufatti deve essere approfondita studiandone sagome, colori e materiali. A tal fine va realizzata una progettazione integrata paesaggistico-architettonica. Le opere di sostegno devono essere a finitura simile a quelle tradizionali.
- I manufatti saranno dimensionati in conformità all'adeguamento sismico di cui all'ordinanza 3274/2003.

Resta inteso che è onere del Contraente Generale verificare che siano state perfettamente introdotte nel progetto preliminare poste a base di gara le prescrizioni di cui all'allegato 19 della relazione istruttoria del Ministero Infrastrutture e Trasporti ed eventualmente provvedere al loro puntuale recepimento in sede di progetto definitivo.

## **8.1 Campagne di monitoraggio**

Con la redazione del progetto definitivo, dovrà essere definito ed eseguito un idoneo progetto di monitoraggio ambientale su tutte le componenti interessate dall'intera realizzazione, suddiviso in monitoraggi ante operam, in corso d'opera e in fase di esercizio dell'opera (post operam). Per la redazione di tale progetto dovranno essere concordati parametri da rilevare, modalità e tempistiche di rilevamento e trasmissione dati con i competenti settori Regionali e Provinciali, nonché con A.R.P.A.V..

### **8.1.1 Fabbricati**

Dovrà essere previsto lo studio e la verifica di eventuali danni ai fabbricati che insistono ai margini della fascia di rispetto prevista dal D.L. 447/1995, e dovrà essere valutato lo stato dei fabbricati esistenti in prossimità delle diaframature e delle palificate, al fine di quantificare e prevedere gli effetti prodotti dalle vibrazioni in fase di scavo, nonché di prendere in anticipo i provvedimenti più idonei a limitare conseguenze.

### **8.1.2 Atmosfera**

Per tutte le fasi di cantiere e di esercizio dovrà essere previsto un sistema di contenimento delle emissioni diffuse, preferibilmente con dispositivi chiusi, e gli effluenti provenienti da tali dispositivi dovranno essere captati e convogliati ad un sistema di abbattimento delle polveri, con filtri a tessuto con riferimento in particolare ai silos per lo stoccaggio dei materiali:

- i sistemi per l'abbattimento delle polveri con filtri a tessuto dovranno essere dimensionati e mantenuti in modo tale da garantire in tutte le condizioni di funzionamento, un valore di emissione di polveri totali inferiore a  $10 \text{ mg/m}^3$  a  $0^\circ\text{C}$  e  $0,101 \text{ mpa}$ ;
- dovranno inoltre essere previsti dispositivi di contenimento polveri in tutti i cantieri e in prossimità di abitati o aree sensibili, lungo le strade utilizzate dai mezzi;
- per i cantieri, per l'attività di scavo, di lavorazione e di trasporto dello stesso oltre che per la fase di esercizio della linea per le tratte ove sono presenti ricettori sensibili dovrà essere svolto, come da D.M. 29.11.2000 del Ministero dell'Ambiente, un apposito studio descrittivo dell'ambiente, dell'individuazione delle vie di propagazione del rumore, delle misure del livello massimo di rumore esterno, dell'individuazione attraverso modelli matematici di dettaglio dei piani di intervento, di contenimento e di abbattimento del rumore realizzati da soggetti specializzati dotati di qualificazione OS34 (sistemi antirumore per infrastrutture di mobilità) nell'ambito della certificazione ISO 9001, e redatti da tecnici professionisti riconosciuti ai sensi dell'art. 2 della Legge 447/1995.

### **8.1.3 Acqua**

E' da progettare e realizzare un sistema di monitoraggio della falda con una rete di piezometri disposti sia a monte che a valle delle paratie, ad interasse in senso longitudinale alle paratie stesse pari a  $100 \div 200 \text{ m}$  circa; i piezometri potranno essere previsti con diametro da  $3'' \div 4''$ , per consentire anche il prelievo di campioni d'acqua per le analisi chimiche di laboratorio prima, durante e dopo l'esecuzione dei lavori.

Dovrà essere svolta un'attenta verifica dei volumi delle acque reflue che verranno convogliati nella rete di fossi e canali locali per evitare eventuali danni alla rete irrigua e, più in generale, diffusi allagamenti; anche il dimensionamento degli eventuali attraversamenti dei canali dovrà considerare non solo la funzione irrigua della rete dei canali, ma anche quella di smaltimento e di laminazione delle piene da parte della rete idrica naturale.

Dovranno altresì essere previsti idonei impianti di trattamento delle acque scaricate nel reticolo superficiale, derivanti dalle lavorazioni ed in generale dalle attività di cantiere, al fine di renderle conformi a quanto previsto dal suddetto disposto normativo. Il funzionamento di tali impianti dovrà essere garantito anche in caso di emergenza.

#### **8.1.4 Traffico**

Saranno compiute rilevazioni di traffico in sezioni significative allo scopo di tarare il modello dello studio di traffico richiesto.

### **8.2 Indagini archeologiche**

Dovrà essere effettuata una campagna di indagini archeologica estesa a tutta l'area interessata dai lavori, in accordo con la competente Soprintendenza, ed ottemperando a tutte le prescrizioni da questa imposte.

La Stazione Appaltante si riserva di ordinare l'avvio della campagna d'indagini immediatamente dopo la consegna delle attività.

## 9 ATTIVITÀ ESPROPRIATIVE

Dovrà essere attuato l'accordo sottoscritto a Venezia in data 6/10/2003 tra Commissario Delegato ed Associazioni di categoria.

Dovrà essere predisposto un piano di ricomposizione fondiaria, che tenga in considerazione le realtà produttive e sociali del territorio nell'ambito degli accordi sottoscritti dal Contraente Generale con le associazioni di categoria, al fine di minimizzare i danni alle attività agricole che opportunamente realizzato potrebbe avere conseguenze positive anche per quanto riguarda la viabilità rurale.

Gli elaborati saranno redatti conformemente alla relativa procedura.

### 9.1 Acquisizione delle aree di sedime

La Stazione Appaltante conferisce al Contraente Generale il mandato di svolgere in sua rappresentanza, e senza alcun compenso aggiuntivo o rimborso, salvo i rimborsi espressamente indicati nel presente articolo, tutte le procedure tecniche, amministrative e finanziarie per l'acquisizione dei terreni, comprensive delle occupazioni di urgenza.

Per le citate occupazioni, espropriazioni ed asservimenti, il Contraente Generale stesso dovrà avvalersi delle norme di cui al D.P.R. 8/07/2001 n. 327 e al D.lgs. 302/2002, nonché di ogni altra successiva modificazione ed integrazione o normativa sopravvenuta che potrà essere emanata in materia di espropriazioni per causa di pubblica utilità.

Al fine di evitare ritardi nell'inizio dei lavori il Contraente Generale accetta inoltre di assumere, all'atto dell'ordine di inizio attività, quelle parti di procedura per l'occupazione temporanea ed il pagamento degli acconti, che fossero stati avviati dalla Stazione Appaltante e non fossero ancora stati perfezionati dalla stessa.

Gli adempimenti fiscali previsti dall'art. 11 della Legge 30/12/1991 n. 413 (S.O. alla G.U. n. 305 del 31/12/1991) specificati dalla circolare ANAS n. 30/1992 in data 5/5/92, emanata dalla allora Direzione Centrale Gestione lavori e Autostrade, sono a carico del Contraente Generale. Per quanto riguarda, più specificamente, gli aspetti fiscali si rinvia a quanto disciplinato nella circolare ANAS UCE/RT/2.0/1 02002 della Direzione Centrale lavori Ispettorato IV° del 11/11/02.

E' facoltà della Stazione Appaltante conferire al Contraente Generale la potestà di adottare i decreti di esproprio. Tale facoltà sarà esercitata, ove ritenuto, compatibilmente con lo sviluppo dei lavori.

I beni immobili espropriati, a meno di diversa indicazione formale della Stazione Appaltante, dovranno essere accatastati ed intestati a: ANAS - Demanio dello Stato - Ramo strade, e i relativi decreti di espropriazione dovranno essere trascritti a favore dell'ANAS (art. 2 D.L. 26.02.94 n. 143).

Per i beni immobili eventualmente asserviti, le relative servitù perpetue dovranno essere trascritte a favore dell'ANAS.

Ottenuto l'Ordine di Inizio Attività, il Contraente Generale:

- Verificherà il piano di esproprio per congruità qualitativa e quantitativa dei beni da espropriare (aree agricole, aree edificabili, manufatti, fabbricati, ecc.);
- completerà la picchettazione del tracciato stradale;
- verificherà, prima di dare inizio ai lavori, l'elenco delle zone da espropriare e la superficie di esproprio presunta per ogni ditta esproprianda, mediante il rilievo planimetrico dell'area scorporanda, riferita ai capisaldi e tenendo conto della reale consistenza dei beni ANAS desumibili dai decreti di esproprio anche se non catastalmente riportati.
- eseguirà i frazionamenti, secondo i tipi prescritti dalla competente Agenzia per il Territorio, al quale i frazionamenti stessi saranno presentati per l'approvazione.

Contestualmente alla redazione dei tipi di frazionamento, il Contraente Generale eseguirà, a propria cura e spese, la posa e la fornitura (secondo la tipologia indicata dalla Stazione Appaltante) dei termini lapidei di confine, con la scritta ANAS, forniti dall'Amministrazione, posizionati in loco ed evidenziati sui tipi di frazionamento, secondo le disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori ed approvate dall'Alta Sorveglianza.

A fine lavori il Contraente Generale, a propria cura e spese, verificherà la conservazione dei termini lapidei di confine nell'esatta posizione originaria. Il Contraente Generale è altresì tenuto a definire i tipi di frazionamento entro sei mesi dalla data in cui saranno state delimitate le linee di occupazione ed eseguita la posa dei termini lapidei, restando a suo carico eventuali oneri derivanti dall'inosservanza dei termini suddetti.

Inoltre il Contraente Generale dovrà provvedere a sua cura e spese:

- a) a rimborsare agli ex proprietari, le imposte e le sovrainposte fondiarie gravanti sui beni espropriati per il periodo di tempo decorrente dalla data del Decreto di occupazione temporanea a quella di operatività della voltura catastale;
- b) a consegnare alla Stazione Appaltante, anche gradualmente, ma non oltre la visita conclusiva del collaudo e comunque prima del rilascio del relativo certificato, la raccolta completa dei seguenti documenti ed atti relativi alle espropriazioni, asservimenti, eventuali vertenze litigiose comunque concluse e transazioni di vertenze giudiziarie:
  - originale del piano parcellare annesso all'elenco delle Ditte espropriate con relativi computi metrici e lucido del piano stesso, aggiornato catastalmente, nonché i supporti informatici relativi;
  - originale dei verbali di amichevole accordo;
  - originale dell'eventuale perizia giudiziaria (in caso di mancato accordo);
  - dichiarazione di ricevuta di polizza, in caso di deposito di indennità, o dei pagamenti diretti;
  - originale dei decreti di occupazione permanente o di servitù perpetua con gli estremi di registrazione e con la relata di notifica alle ditte espropriate;
  - esemplare del G.U.R.I. nel quale venne pubblicato l'estratto dei decreti di espropriazione e di servitù perpetua;
  - originale delle note di trascrizione;
  - originale della domanda di voltura munita degli estremi di eseguite formalità nel caso di espropriazione definitiva di immobili;
  - originale delle sentenze definitive nei casi di opposizione contro la stima della indennità determinata dai periti giudiziari e originale degli eventuali verbali di transazione;

- esemplare del G.U.R.I. nel quale venne pubblicato l'estratto dei decreti di rettifica;
- atti relativi a vertenze litigiose concluse.

## 9.2 Pagamenti

Il Contraente Generale ha l'obbligo del pagamento delle indennità, inerenti le espropriazioni, agli aventi diritto all'atto della presa in possesso dei beni espropriati.

Al Contraente Generale verranno rimborsate le somme inerenti all'espropriazione, regolarmente corrisposte a titolo di indennità di occupazione d'urgenza, di espropriazione, di asservimenti ed accessorie, debitamente rendicontate nei modi appresso indicati, nonché le somme anticipate a titolo di imposta, tributi e simili (imposte di registro, ipotecarie, pubblicazioni G.U.R.I., tributi erariali) comunque dovuti allo Stato dall'Ente espropriante, secondo le vigenti disposizioni di legge, restando inteso che ogni altro onere, per il completo espletamento delle procedure espropriative e per gli asservimenti, si intende compensato con il corrispettivo dell'affidamento.

Resta espressamente convenuto che la Stazione Appaltante avrà la facoltà, ferma restando la piena ed esclusiva responsabilità del Contraente Generale, di eseguire presso il Contraente Generale stesso accertamenti e verifiche in ordine alla regolarità formale e sostanziale delle procedure espropriative e di eventuali asservimenti, ed ordinare, a suo insindacabile giudizio, la regolarizzazione, come pure avrà la facoltà, a norma della legislazione vigente, di vigilare, entro i limiti della propria competenza, affinché non si manifestino ritardi ed impedimenti all'esecuzione delle opere stradali connesse alle espropriazioni e ad eventuali asservimenti.

La Stazione Appaltante assumerà a proprio carico l'onere di rimborsare al Contraente Generale le indennità di eventuali asservimenti concordate con le ditte proprietarie mediante la stipulazione del verbale di costituzione di servitù perpetua, già preventivamente approvato dall'Alta Sorveglianza, nonché le eventuali maggiori somme che il Contraente Generale stessa fosse tenuta ad erogare a titolo di indennità determinata a seguito di vertenza giudiziaria.

Il Contraente Generale, essendo l'unico legittimato a resistere al giudizio di opposizione alla determinazione delle indennità, è tenuto a svolgere la conseguente attività processuale, seguendo le direttive della Stazione Appaltante, sia in ordine al giudizio di congruità dell'indennità stessa, sia in ordine al comportamento processuale.

Il Contraente Generale potrà tuttavia definire transattivamente la vertenza stessa previo benessere della Stazione Appaltante.

I rimborsi dovuti per le somme anticipate e corrisposte, in relazione alle indennità previste dalle leggi vigenti in materia di espropriazioni, verranno effettuati con certificati di pagamento sulle basi di stati di avanzamento separati da quelli riguardanti i lavori, previa presentazione, da parte del Contraente Generale:

- a) degli atti di liquidazione, corredati dalle relative quietanze e documenti comprovanti i diritti della ditta che riceve;
- b) delle eventuali polizze di deposito delle somme alla Cassa Depositi e Prestiti;
- c) delle attestazioni di pagamento, se si tratta di somme anticipate per importi, tributi e simili presso Uffici Pubblici.

Sull'importo di ogni stato di avanzamento-espropri come sopra redatto dalla Direzione dei Lavori verranno effettuate le ritenute previste sub 6.)?

Per il rimborso delle indennità stabilite giudizialmente, il relativo ammontare verrà liquidato ad avvenuta definizione della vertenza o transazione previa presentazione degli atti comprovanti l'estinzione del giudizio, nonché della polizza comprovante l'avvenuto deposito dell'indennità presso la Cassa Depositi e Prestiti di Roma e della trascrizione dell'asservimento presso i registri immobiliari.

Il rimborso delle somme afferenti ad eventuali perizie giudiziarie, nonché a spese ed onorari di lite, verrà effettuato in unica soluzione entro mesi sei dalla presa in consegna dei documenti ed atti già indicati, previo accertamento da parte della Stazione Appaltante in ordine alla regolarità della procedura espropriativa, all'osservanza delle prescrizioni di capitolato nella materia di cui trattasi ed alla regolarità formale degli atti.

Gli oneri tutti sopra specificati si intendono compresi e compensati nel corrispettivo offerto per i lavori a corpo, a misura ed in economia.

Non si darà luogo all'emissione del Decreto di approvazione del collaudo fino a quando il Contraente Generale non avrà ottemperato a tutto quanto previsto nel presente articolo.

Nel caso di negligenza del Contraente Generale, la Stazione Appaltante si riserva la possibilità di procedere all'espletamento dell'attività espropriativa in danno al Contraente Generale e di effettuare direttamente il parziale o totale pagamento delle somme inerenti all'espropriazione da corrispondere a titolo di indennità di espropriazione, di asservimenti ed accessorie, fermo restando che ogni danno prodotto dall'irregolare iter procedurale sarà a carico del Contraente Generale.

Oltre ai danni suddetti, in sede di liquidazione finale, o anche successivamente con trattenute sui depositi di garanzia, verrà applicata una penale (penale espropriativa) per tenere conto del mancato adempimento della parte degli oneri sopradescritti e relativi appunto, ai pagamenti di cui trattasi.

Detta penale verrà calcolata applicando, sull'intero ammontare della somma direttamente corrisposta al Contraente Generale per espropriazioni, l'interesse legale per giorni 30 e l'interesse di mora (pari all'interesse praticato dagli Istituti di Credito di diritto pubblico o dalle banche di interesse nazionale, in applicazione di disposizioni o accordi disciplinanti il mercato nazionale del denaro a norma del R.D.L. 12/03/1936 e successive modificazioni, accertato annualmente con decreto del Ministri per il Tesoro e per i LL. PP.) per ulteriori giorni 30.

Resta sollevata la Stazione Appaltante da qualsiasi responsabilità in ordine al mancato completamento della procedura espropriativa.

Le modalità operative che il Contraente Generale è tenuto ad osservare nella risoluzione delle interferenze, e le modalità di corresponsione degli oneri sostenuti per il pagamento delle opere connesse all'eliminazione delle stesse, sono chiarite nella relativa procedura.



### **9.3 Interferenze**

Di concerto con i Gestori dei servizi dovranno essere previste idonee soluzioni, in grado di sopperire alle interferenze nel corso della realizzazione delle opere con le infrastrutture dei servizi esistenti e previsti sopra e sottosuolo e dovrà inoltre essere progettata e realizzata la sistemazione definitiva dei servizi stessi.

Dovranno essere richiesti pareri di congruità, preventivi, tempogrammi di intervento degli Enti gestori di servizi sopra e sottosuolo, e proprietari di tutte le reti interferite.

In accordo con i Consorzi di bonifica:

- dovranno essere svolte specifiche verifiche idrauliche sulla portata di piena e sui livelli idrici di tutti i corsi d'acqua, al fine della definizione delle misure di salvaguardia;
- dovrà essere riverificato l'attraversamento delle zone esondabili in fascia
- dovranno essere progettate e realizzate le opere relative alle interferenze e ai ripristini.

In particolare:

1. Tutti gli attraversamenti e gli scarichi in corsi d'acqua demaniali dovranno essere singolarmente presentati, al fine del rilascio della concessione idraulica, all'Autorità idraulica competente, in sede di progetto esecutivo;
2. tutti gli attraversamenti che riguardano i corsi d'acqua minori dovranno essere realizzati con dimensione minima interna di 150 x 200 cm;
3. lo scarico dei fossi di guardia nella rete idrografica superficiale, consortile e non, dovrà avvenire mediante dispositivi di limitazione tali da garantire una portata non superiore al coefficiente udometrico di bonifica (indicativamente pari a 4 l/s\*ha) moltiplicato per la superficie relativa al bacino afferente. A tal fine dovranno essere conseguentemente dimensionati i fossi di guardia stradali (da realizzarsi generalmente in terra) in modo da garantire un franco di sicurezza adeguato ai volumi di invaso necessari alla laminazione.

### **9.4 Occupazioni temporanee**

L'Aggiudicatario provvederà ed eseguirà le occupazioni temporanee.

## **10 CONFERENZA DEI SERVIZI – ENTI INTERFERITI**

La Conferenza dei servizi per l'esame del progetto definitivo verrà effettuata, se necessario, in base alle decisioni della Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale curerà, comunque, la documentazione e la raccolta di pareri preventivi utili alla preparazione e allo svolgimento della Conferenza dei Servizi o altro atto approvativo deciso dalla Stazione Appaltante, alle cui prescrizioni il Contraente Generale è obbligato in ogni caso ad ottemperare.

In particolare, egli individuerà gli Enti interferiti e predisporrà la documentazione da trasmettere agli stessi, nonché seguirà le relative istruttorie e indicazioni, avendo come scopo la rapidità e l'efficacia delle azioni.

### **10.1 Integrazioni S.I.A.**

Lo Studio di Impatto Ambientale sarà eventualmente aggiornato e integrato, per tener conto delle risultanze della progettazione definitiva, nonché delle eventuali varianti, secondo le disposizioni della Stazione Appaltante.

Nessun onere potrà essere richiesto dal Contraente Generale qualora, in esito all'integrazione SIA, fosse necessario acquisire l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Ministero per i Beni e le Attività Culturali.

## 11 PROGETTI ESECUTIVI E DI CANTIERE

### 11.1 Programma per l'esecuzione delle opere

Il Contraente Generale specificherà in progetto definitivo i tempi previsti per la redazione di ciascun progetto esecutivo e per la realizzazione di ogni fase e lotto esecutivo.

Il Contraente Generale deve presentare alla Direzione Lavori ed all'Alta Sorveglianza un programma esecutivo dettagliato, anche in forma grafica, per l'esecuzione delle attività di sua pertinenza e nel quale saranno riportate, per ogni attività, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale progressivo dell'avanzamento delle attività alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Il programma potrà anche prevedere l'avvio dei lavori mediante consegne parziali e frazionate. Lo sviluppo del programma dovrà consentire la realizzazione prioritaria delle opere sulle aree e sugli immobili disponibili.

Entro quindici giorni dalla presentazione del documento di cui sopra, la Direzione dei Lavori, previa approvazione dell'Alta Sorveglianza, comunicherà al Contraente Generale l'esito dell'esame e, qualora esso non abbia conseguito l'approvazione, il Contraente Generale, entro i successivi 10 giorni, predisporrà una nuova proposta, oppure adeguerà quella già presentata alle direttive della Direzione dei Lavori.

Le modifiche richieste dalla Direzione dei lavori saranno a totale carico del Contraente Generale, che non potrà avanzare al riguardo alcuna richiesta di compensi, né accampare pretese di sorta.

In nessun caso, comunque, le eventuali integrazioni daranno luogo a modifiche o adeguamento dei prezzi contrattuali.

Le proposte approvate dalla Direzione dei Lavori saranno impegnative per il Contraente Generale, il quale rispetterà i termini di avanzamento mensili ed ogni altra modalità. Eventuali modifiche al programma esecutivo per l'esecuzione delle opere, approvato e in corso di attuazione, per comprovate esigenze non prevedibili, dovranno essere sottoposte preliminarmente all'approvazione dell'Alta Sorveglianza e saranno rese esecutive solo dopo l'ordine della stessa Alta Sorveglianza.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà alla Stazione Appaltante di risolvere il contratto per colpa del Contraente Generale, con le modalità e gli effetti stabiliti dagli articoli 119 e seguenti del Regolamento Generale approvato con D.P.R. 554/99.

## 11.2 Progettazioni esecutive

La progettazione esecutiva sarà frazionata secondo le previsioni del progetto definitivo approvato.

I progetti esecutivi saranno redatti in conformità all'allegato "Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto esecutivo" e consegnati alla Stazione Appaltante almeno 30 giorni prima del momento indicato nel programma di esecuzione per l'inizio dei relativi lavori.

## 11.3 Coordinamento sicurezza progettuale

Tutti gli elaborati previsti dalla legge 494/96 saranno predisposti dal Contraente Generale in conformità al D.P.R. 3/7/2003 n.222.

Dovranno essere tempestivamente predisposte tutte le azioni e le iniziative inerenti la tutela dell'igiene, della sicurezza sui luoghi di lavoro e di tutte le strutture logistiche e produttive collegate che assicurino una reale e significativa riduzione del rischio, unitamente ad ogni ulteriore attività volta ad escludere, durante la fase di realizzazione delle opere, il fenomeno del lavoro irregolare.

## 11.4 Progetti di cantiere

Al fine di limitare il consumo o il degrado improprio di suoli e di formazioni vegetali per tutte le aree di cantiere e le piste di transito, limitatamente alle aree di manovra, dovrà essere prevista una delimitazione con barriere, recinzioni, segnali di delimitazione o dissuasori a seconda del contesto paesaggistico o naturale, in modo tale da evitare in modo tassativo che i mezzi d'opera e di trasporto transitino fuori dagli spazi autorizzati in progetto.

Per gli interventi di ripristino ambientale dovrà essere garantito il più idoneo, efficace e tempestivo reinserimento ambientale, con particolare riferimento alle aree di cantiere e gli aggiornamenti ed alle integrazioni del S.I.A. di cui sopra.

I progetti di cantiere devono essere sottoposti all'Alta Sorveglianza per l'approvazione, nei tempi previsti per i progetti esecutivi.

A partire dall'aggiudicazione la Stazione Appaltante potrà richiedere l'approntamento di specifiche aree di cantiere, purché non in contrasto con il programma per l'esecuzione delle opere offerto.

## 12 DIREZIONE LAVORI

Il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione del contratto verrà effettuato dall'Ufficio di Direzione dei Lavori, composto dal Direttore dei Lavori, dai Direttori operativi e dagli Ispettori di cantiere. I predetti soggetti verranno nominati dal Contraente Generale. L'Ufficio della Direzione lavori dovrà essere organizzato presso i cantieri di lavoro con le modalità minime di cui all'allegato n. 5.

In particolare, il Direttore dei Lavori curerà che i lavori cui è preposto siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità al progetto e al contratto. Avrà inoltre la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'Ufficio di direzione dei lavori, nonché la specifica responsabilità dell'accettazione dei materiali.

Il Direttore dei lavori e suoi sottoposti opereranno sotto il diretto controllo dell'Ufficio di Alta Sorveglianza.

La funzione di Direttore Operativo può essere suddivisa tra più professionisti, su nomina del Contraente Generale.

I nomi e le qualifiche del Direttore Lavori e dei Direttori Operativi devono essere preventivamente notificati ed approvati dalla Stazione Appaltante, presso il quale saranno depositati i relativi scritti di assenso.

La Stazione Appaltante si riserva di manifestare o negare in ogni momento il gradimento sui nominativi; l'Aggiudicatario dovrà sostituire immediatamente il Professionista cui sia negato il gradimento.

A norma dell'art. 4 del Capitolato Generale d'Appalto, il Contraente Generale, qualora non segua direttamente in loco i lavori e/o non risieda in località limitrofa alla zona nella quale ricadano i lavori di appalto, è tenuto a depositare presso la Stazione Appaltante il nominativo della persona designata a rappresentarlo, in permanenza, in loco, in possesso dei requisiti di provata capacità tecnica e morale, munita di regolare procura notarile, e destinato per tutta la durata dell'appalto a domiciliare nel comune o nei comuni interessati dai lavori o circostanti, alla quale è stato conferito il mandato:

- a) di sostituire il Contraente Generale medesimo nella condotta dei lavori, ivi compresi quelli subappaltati nella legittimità e nei limiti contrattuali, e quindi prendere decisioni su qualsiasi problema;
- b) di ricevere e fare eseguire gli ordini verbali e/o scritti, sottofirmandoli in questo caso, dalla Direzione dei Lavori;
- c) di firmare tutti i documenti contabili, con il diritto di formulare le proprie osservazioni o riserve, considerandosi sia per la liquidazione sia per ogni altro effetto di Legge, valida la sua firma tanto quanto quella del Contraente Generale medesimo;
- d) di intervenire e prestarsi alle misurazioni e alle verifiche tutte le volte che verrà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Il Contraente Generale è tenuto a comunicare alla Stazione Appaltante anche il nominativo di chi, in caso di temporanea assenza, sostituisca il suo rappresentante e comunicare inoltre tempestivamente, in caso di cessazione o riserva del mandato, il nome del nuovo rappresentante.

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di giudicare inappellativamente sulla regolarità dei documenti prodotti e sulla conseguente accettabilità del rappresentante.

Tale rappresentante può essere anche lo stesso capo cantiere, al quale verranno comunicati a tutti gli effetti, anche legali, gli ordini verbali e/o simili.

Ove il medesimo ritenga che le disposizioni ricevute rientrino tra quelle da impartirsi per iscritto, sarà suo obbligo farne immediata richiesta scritta. Altrimenti il Contraente Generale non potrà, in alcuna evenienza, invocare a propria discolta o ragione la carenza di disposizioni da parte della Direzione Lavori per il fatto che esse non siano state impartite per iscritto.

Nel caso, in cui il capo cantiere sia persona diversa dal rappresentante del Contraente Generale, ne potrà fare le veci, in caso di assenza.

Dei rappresentanti designati devono essere notificati alla Stazione Appaltante, al Direttore dei Lavori ed al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori rispettivamente nominativo, residenza, numeri telefonici anche di apparecchi portatili di cui ognuno dovrà essere dotato, nonché ogni altra informazione per il suo immediato reperimento 24 ore su 24.

Resta inteso che il Contraente Generale rimane tuttavia responsabile dell'operato del rappresentante da lui delegato.

Il Contraente Generale è tenuto a comunicare alla Stazione Appaltante con lettera raccomandata le generalità dei tecnici incaricati dello sviluppo del progetto di dettaglio delle opere civili e degli impianti tecnologici; tali tecnici devono essere in possesso del titolo di Ingegnere o Architetto abilitati all'esercizio della professione ed essere iscritti ai relativi albi professionali in conformità con le norme vigenti ed avere comprovata esperienza nella progettazione di complesse opere civili ed impiantistiche.

Il Contraente Generale dovrà provvedere alla condotta ed esecuzione effettiva dei lavori, avvalendosi delle prestazioni di personale tecnico idoneo, di provata capacità e adeguato, numericamente e qualitativamente, alle necessità per una corretta esecuzione, in relazione agli obblighi assunti con il programma esecutivo.

Il Contraente Generale è tenuto ad affidare la direzione tecnica del cantiere ad un Direttore di cantiere, in possesso di laurea o almeno di diploma tecnico, iscritto all'albo professionale, il quale rilascerà dichiarazione scritta dell'incarico ricevuto, anche e soprattutto in merito alla responsabilità per infortuni essendo responsabile del rispetto e della piena applicazione del Piano delle misure per la sicurezza dei lavoratori sia del Contraente Generale sia di tutte le Imprese subappaltatrici impegnate nell'esecuzione dei lavori, ai sensi e per gli effetti del comma 3 dell'art. 18 della Legge 55/1990 così come modificato dalla Legge e dal D.Lgs. 494/1996 e successive modificazioni ed integrazioni.

Il Contraente Generale risponde dell'idoneità del Direttore di cantiere e, in generale, di tutto il personale addetto ai lavori e operante in cantiere, personale che dovrà essere tutelato a norma delle sopra specificate Leggi ed essere di gradimento della Direzione dei Lavori. La stessa si riserva il diritto di ottenere l'allontanamento motivato dai cantieri di qualunque addetto ai lavori, senza rispondere delle conseguenze, ai sensi e per gli effetti dell'art. 6 del Capitolato Generale.

## 12.1 Coordinamento sicurezza per l'esecuzione

La funzione del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori può essere suddivisa tra più Professionisti su nomina del Contraente Generale, ciascuno, comunque, responsabile di un cantiere.

I nomi e le qualifiche dei Professionisti che assumono la funzione devono essere preventivamente notificati ed approvati dalla Stazione Appaltante, presso il quale saranno depositati gli scritti di assenso.

La Stazione Appaltante si riserva di manifestare o negare in ogni momento il gradimento sul nominativo; il Contraente Generale dovrà sostituire immediatamente il Professionista cui sia negato il gradimento.

E' facoltà del Contraente Generale presentare al Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori, ed all' Alta Sorveglianza, entro 30 giorni dalla data di aggiudicazione definitiva dell'affidamento e, comunque prima dell'Ordine di Inizio Attività, eventuali proposte di integrazione al "Piano della Sicurezza", ove si ritenga di poter meglio garantire la sicurezza del cantiere sulla base della propria esperienza ed organizzazione.

Il Contraente Generale dovrà, inoltre, presentare al Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori, ed all'Alta Sorveglianza, sempre entro 30 giorni dalla aggiudicazione definitiva e, comunque, prima dell'Ordine di Inizio Attività, un Piano Operativo di Sicurezza attinente alle proprie scelte autonome e alle relative responsabilità, ferme restando le responsabilità nella organizzazione del cantiere e nella esecuzione dei lavori, che sarà considerato come Piano Complementare di dettaglio del "Piano della Sicurezza" di progetto. Tale piano, redatto ai sensi dell'art 4 del D.Lgs. 626/94 e successive modifiche, specificherà le procedure, le tecniche, i mezzi e gli uomini che il Contraente Generale intenderà utilizzare per quanto riguarda le proprie scelte autonome; comprenderà la corrispondente analisi dei rischi e l'attuazione dei controlli delle suddette procedure.

Il Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori verificherà l'idoneità del Piano Operativo di Sicurezza e la sua compatibilità con il Piano di Sicurezza di cui all'articolo 12 del D.Lgs 494/96, e trasmetterà le proprie determinazioni alla Direzione dei Lavori ed all'Alta Sorveglianza.

Entro quindici giorni dalla presentazione da parte del Contraente Generale dei documenti di cui sopra, la Direzione dei Lavori, previa approvazione dell'Alta Sorveglianza, comunicherà al Contraente Generale l'esito dell'esame e, qualora essi non abbiano conseguito l'approvazione, il Contraente Generale, entro i successivi 10 giorni, predisporrà una nuova proposta, oppure adeguerà quella già presentata alle direttive della Direzione dei Lavori.

Le modifiche richieste dalla Direzione dei Lavori saranno a totale carico del Contraente Generale, che non potrà avanzare al riguardo alcuna richiesta di compensi, né accampare pretese di sorta.

In nessun caso, comunque, le eventuali integrazioni daranno luogo a modifiche o adeguamento dei prezzi contrattuali.

Le proposte approvate dalla Direzione dei Lavori, saranno impegnative per il Contraente Generale. Eventuali modifiche al "Piano della Sicurezza", approvato e in corso di attuazione, per comprovate esigenze non prevedibili, dovranno essere sottoposte preliminarmente all'approvazione dell'Alta Sorveglianza e saranno rese esecutive solo dopo l'ordine della stessa Alta Sorveglianza.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà alla Stazione Appaltante di risolvere il contratto per colpa del Contraente Generale, con le modalità e gli effetti stabiliti dagli articoli 119 e seguenti del Regolamento Generale approvato con D.P.R. 554/99.

L'Alta Sorveglianza si riserva ogni facoltà di compiere ispezioni ed accertamenti per il rispetto di quanto sopra, nonché di richiedere ogni notizia od informazione al Contraente Generale ed alla Direzione Lavori circa l'osservanza a quanto prescritto dal presente articolo.

Il Contraente Generale comunicherà all'Alta Sorveglianza il nominativo del Coordinatore per l'Esecuzione dei Lavori, che dovrà essere riportato nel cartello di cantiere, unitamente al/ai nominativo/i del/i Coordinatore/i per la Progettazione.



## 13 VARIANTI

Le varianti saranno ammesse in sede di offerta in conformità alle prescrizioni della lettera di invito oppure, successivamente, se approvate dalla Stazione Appaltante.

Non sono ammesse varianti che comportino la diversa localizzazione dell'opera, ovvero un nuovo adeguamento degli strumenti urbanistici rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare approvato e/o la reiterazione della procedura VIA già conclusa, salvo se ordinate dalla Stazione Appaltante.

In sede di offerta sono ammesse varianti tecnologiche riguardanti le tipologie costruttive di manufatti, rilevati ed impianti, con eccezione dei sistemi di esazione.

### 13.1 Varianti in corso d'opera

Il Contraente Generale ha l'obbligo di redigere e sottoporre all'approvazione della Stazione Appaltante, in tempi compatibili con il programma esecutivo, tutte le varianti del progetto che si rendessero necessarie ad assicurare la perfetta funzionalità e l'esecuzione a regola d'arte dell'opera affidata.

Tutte le proposte del Contraente Generale dovranno essere predisposte e presentate in modo da non comportare interruzione o rallentamento nell'esecuzione dei lavori, così come stabilito nel relativo programma e dovranno a tal fine tenere conto anche dei tempi necessari per l'approvazione. Resteranno a totale carico del Contraente Generale i maggiori tempi derivanti dalla non tempestiva presentazione delle proposte di variante.

Tutti i progetti di variante dovranno essere sottoscritti dal Direttore dei Lavori, dal Progettista, qualora il Progettista non sia lo stesso Direttore dei Lavori, dal Geologo e dal Contraente Generale ed approvati dalla Stazione Appaltante. Per la valutazione dei costi si farà riferimento ove possibile ai prezzi contrattuali, introducendo nuovi prezzi nel caso in cui si debbano eseguire lavorazioni non previste ovvero impiegare materiali il cui prezzo non risulti fissato nel progetto. L'ordine di esecuzione dei lavori in variante, emesso dall'Alta Sorveglianza, dovrà sempre riportare gli estremi del provvedimento di approvazione della variante da parte della Stazione Appaltante.

Non saranno tuttavia considerate varianti ai sensi del presente articolo gli interventi ordinati dal Direttore dei Lavori, previa autorizzazione dell'Alta Sorveglianza, per risolvere aspetti di dettaglio, nel limite del 5% dell'importo delle singole categorie di lavoro dell'affidamento, che non comportino aumenti dell'importo del contratto né dei tempi per l'esecuzione dei lavori.

Della eventuale diminuzione del costo delle opere, risultante dalle modifiche ordinate dal Direttore dei Lavori, previa autorizzazione dell'Alta Sorveglianza, si terrà ovviamente conto negli atti contabili.

## 14 ATTIVITÀ DELLA STAZIONE APPALTANTE

La Stazione Appaltante provvederà alle attività di controllo sulle prestazioni del Contraente Generale, nell'ambito delle funzioni e compiti previsti in Regolamento per il Responsabile del procedimento, senza che questo rappresenti un'assunzione delle responsabilità ad esso spettanti.

Il Responsabile dell'Ufficio di Alta Sorveglianza coincide con il Responsabile Unico del Procedimento e svolge tutti i compiti e le funzioni ad esso assegnati dalla legge e dagli atti contrattuali.

La Stazione Appaltante potrà in qualsiasi momento effettuare verifiche, ispezioni e chiedere copia di documenti.

Tutte le attività di controllo, verifica e monitoraggio delle opere, eseguite dalla Direzione dei Lavori, e richieste dall'Alta Sorveglianza, dovranno essere eseguite in contraddittorio unitamente a quest'ultima.

### 14.1 Approvazione progetti

Prioritariamente rispetto alle eventuali approvazioni di competenza di altri Enti, la Stazione Appaltante emetterà il proprio parere preliminare sui progetti predisposti dal Contraente Generale.

L'approvazione definitiva sarà emessa dopo le approvazioni di legge e l'acquisizione dei previsti pareri, qualora necessari.

### 14.2 Collaudi

La Stazione Appaltante provvederà a nominare i Collaudatori in corso d'opera.

## 15 INIZIO, PROGRESSIONE E ULTIMAZIONE LAVORI

Il Contraente Generale eseguirà i lavori conformemente ai progetti esecutivi e di cantiere approvati e a norma dell'allegato "Capitolato sulla qualità e sulla provenienza dei materiali".

### Tempo utile per l'ultimazione dei lavori

Il tempo utile per l'ultimazione dei lavori è stabilito come da offerta, decorrente dalla data del verbale di consegna dei lavori, salvo quanto specificato di seguito per penali, sospensioni o proroghe. In detti tempi è compreso quello necessario per i progetti, per l'acquisizione dei sedimi, per l'impianto del cantiere e per l'ottenimento di ogni concessione, permesso od autorizzazione necessari comunque denominati per l'esecuzione dei lavori e per ogni altro lavoro preparatorio da eseguire prima dell'inizio dei lavori.

Nel tempo contrattuale di cui sopra si è tenuto conto, nella misura delle normali previsioni, dell'incidenza dei giorni di andamento stagionale sfavorevole, così come quantificati dalla circolare 5/4/1982, n. 629/U.L. dell'Ufficio Studi e Legislazione del Ministero dei Lavori Pubblici; pertanto, per tale motivo, non potranno essere concesse proroghe per recuperare i rallentamenti e le soste.

Si fa inoltre obbligo al Contraente Generale di ultimare le opere, o gruppi di opere, nei termini di tempo che lo stesso Contraente Generale ha previsto nel programma presentato.

Il Contraente Generale comunicherà alla Stazione Appaltante, a mezzo raccomandata con A.R. o tramite fax, la data nella quale ritiene di aver ultimati i lavori. La Stazione Appaltante procederà allora, in contraddittorio, alle necessarie constatazioni redigendo apposito certificato.

Dalla data di ultimazione dei lavori decorreranno i termini per la redazione dello stato finale e per l'effettuazione del collaudo.

### Incentivo per l'accelerazione dei lavori

Al fine di incentivare l'avanzamento dei lavori si stabilisce che per ogni giorno di anticipo rispetto al termine ultimo stabilito, sarà corrisposto:

- Per il progetto definitivo un premio dello 0,5‰ (zerovirgolacinqueper mille) dell'importo contrattuale per attività progettuali, con massimo pari all'1% (uno per cento) di tale importo;
- Per i lavori un premio dello 0,1‰ (zerovirgolaunoper mille) dell'importo contrattuale per lavori e oneri di sicurezza, con un massimo pari al 2% (due per cento) di tale importo.

Nel caso in cui i suddetti obiettivi non vengano raggiunti, ancorché per fatto non imputabile al Contraente Generale, e comunque per qualsiasi altra ragione, il suddetto meccanismo di incentivazione non sarà applicato.

Le percentuali di cui sopra sono da intendersi convenzionalmente riferite al tempo e all'importo contrattuale definito in sede di offerta, con esclusione, degli eventuali maggiori tempi e dei maggiori importi contrattuali a qualsiasi titolo concessi, quali ad esempio quelli derivanti da proroghe, sospensioni parziali dei lavori e varianti, con la sola esclusione dei periodi di sospensione totale dei lavori.

In relazione alla presente pattuizione il Contraente Generale accetta sin d'ora, anche ai sensi dell'art. 1469 c.c., ogni alea per eventi derivanti da caso fortuito, forza maggiore o fatto del terzo.

### Programma dei lavori

Prima della consegna dei lavori di ogni fase il Contraente Generale dovrà presentare alla Stazione Appaltante il programma dei lavori, congruente con il cronoprogramma di offerta.

Il Contraente Generale dovrà sviluppare nel dettaglio il programma esecutivo dei lavori e presentarlo all'approvazione della Stazione Appaltante, entro 15 (quindici) giorni dalla consegna dei lavori, suddiviso nelle varie categorie di opere e nelle singole voci.

Lo sviluppo degli elaborati di programmazione sarà effettuato servendosi di supporti informatici in grado di produrre "file dati".

L'architettura del Programma di dettaglio dei lavori sarà così articolata:

#### 1) Dettaglio relativo alla fase di progettazione esecutiva

Con riferimento al tempogramma approvato dall'Alta Sorveglianza, sviluppato per la realizzazione delle singole opere, si darà evidenza dell'attività di progettazione e degli elaborati di progetto raggruppati per tipologia. Per ognuna di dette attività dovranno essere fornite le date previste di inizio e fine riferite alle fasi di predisposizione ed emissione degli elaborati.

#### 2) Dettaglio relativo alla fase di progettazione costruttiva

Con riferimento al dettaglio sviluppato per la realizzazione delle singole opere, si darà evidenza dell'attività di progettazione e degli elaborati di progetto raggruppati per tipologia secondo le indicazioni fornite dalla Direzione Lavori. Per ognuna di dette attività dovranno essere fornite le date previste di inizio e fine riferite alle fasi di predisposizione ed emissione degli elaborati.

#### 3) Dettaglio relativo alla fase di approvvigionamento materiali

Con riferimento al dettaglio sviluppato per la realizzazione delle singole opere, si darà evidenza delle attività da svolgere e delle voci relative all'approvvigionamento, mettendo in luce le date previste per le forniture, le eventuali certificazioni ed omologazioni e le consegne in cantiere.

#### 4) Dettaglio relativo alla fase di realizzazione

Il grado di dettaglio delle attività del programma dovrà essere congruente agli elementi di più basso livello e metterà comunque in evidenza i principali eventi e obblighi contrattuali e permetterà una chiara identificazione delle attività.

Inoltre, dovranno essere messe in evidenza in modo dettagliato le attività per l'adeguamento di interferenze con Enti pubblici e privati (in particolare connesse agli spostamenti dei sopra/sotto servizi) e le attività relative ai collaudi statico/funzionali. Infine, dovranno essere messe in evidenza in modo dettagliato le attività di carattere generale propedeutiche (ad es. cantierizzazione, viabilità provvisoria, ecc.) e quelle successive (es. ripristini, ecc.) alla realizzazione delle singole opere.

#### 5) Tabelle degli avanzamenti programmati

Riporteranno, su scala mensile, i valori di avanzamento previsti a fronte delle attività evidenziate nel Programma esecutivo generale dei lavori e nel Programma di dettaglio dei lavori.

Il programma esecutivo di dettaglio dovrà essere aggiornato in base all'effettivo andamento dei lavori e/o modificato su richiesta del Direttore Lavori e/o del Coordinatore per l'esecuzione dei

lavori in base ad esigenze della Stazione Appaltante. Per tali variazioni il Contraente Generale non potrà vantare alcun titolo per richieste di risarcimenti.

Al programma esecutivo sarà allegato, su richiesta dell'Alta Sorveglianza, un grafico che metterà in risalto, per ciascun cantiere:

- inizio, avanzamento mensile e termine di ultimazione delle principali categorie dei lavori, nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'importo corrispondente all'avanzamento dei lavori;
- tipo, potenza e numero delle macchine e degli impianti che il Contraente Generale si impegna ad utilizzare in rapporto ai singoli avanzamenti.

Il tutto secondo le direttive che saranno impartite dalla Stazione Appaltante.

Tali direttive non autorizzano il Contraente Generale ad alcuna richiesta di compensi, né ad accampare pretese di sorta.

Qualora il programma definitivo così sottoposto non riportasse l'approvazione della Stazione Appaltante, il Contraente Generale avrà ancora dieci giorni di tempo per predisporre un nuovo programma, secondo le direttive che avrà ricevuto. Il Contraente Generale non potrà avanzare, in relazione alle prescrizioni della Stazione Appaltante, nessuna richiesta di compensi, né accampare alcun particolare diritto.

La proposta approvata sarà impegnativa per il Contraente Generale, il quale rispetterà i termini di avanzamento mensili ed ogni altra modalità proposta, salvo modifiche in corso di attuazione, per comprovate esigenze non prevedibili, che dovranno essere approvate od ordinate dalla Direzione dei Lavori.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di modificare il programma dei lavori del Contraente Generale in qualsiasi momento per proprie insindacabili necessità senza che il Contraente Generale possa pretendere compensi di sorta o avanzare richieste di qualunque genere.

La Stazione Appaltante si riserva, inoltre, la facoltà di prescrivere eventuali scadenze differenziate di varie parti dei lavori in relazione a determinate esigenze, come nel caso di messa a disposizione di parti parziali in anticipo.

A richiesta della Stazione Appaltante, il Contraente Generale è tenuto all'esecuzione di tutti o parte dei lavori in più turni, anche notturni, festivi o in avverse condizioni meteorologiche, prendendo tutti gli accorgimenti necessari per assicurare il buon esito dell'opera e l'esecuzione dei lavori in piena sicurezza; il Contraente Generale non potrà richiedere alcuna maggiorazione né accampare pretese di sorta al di fuori di quanto riconosciuto dalla legislazione e normativa vigente.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà la facoltà alla Stazione Appaltante di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

#### Ordine di inizio delle attività - consegna dei lavori

Intervenuta la stipulazione del contratto, l'Alta Sorveglianza disporrà che il Contraente Generale dia immediato inizio alle attività di "Realizzazione con qualsiasi mezzo dell'opera". Da tale data decorrerà il termine utile per il compimento dell'opera.

La Stazione Appaltante potrà tuttavia ordinare l'inizio delle attività subito dopo l'aggiudicazione provvisoria, anche nelle more delle verifiche necessarie per procedere alla stipula del contratto. In tal caso il direttore dei lavori terrà conto di quanto predisposto e somministrato dal Contraente Generale per rimborsare le relative spese nell'ipotesi di mancata stipula del contratto.

Il direttore dei lavori procederà alla consegna degli stessi in accordo alle previsioni del programma esecutivo.

All'atto della consegna, il Direttore dei lavori dovrà attestare sotto la propria responsabilità la piena sussistenza di tutte le condizioni di legge per procedere all'esecuzione dei lavori, ed in particolare dovrà attestare la piena disponibilità delle relative aree di sedime e la compatibilità dell'avvio dei lavori con il programma di rimozione delle interferenze.

Nel caso di ritardo della consegna dei lavori rispetto a quanto previsto nel programma esecutivo il direttore dei lavori dovrà sottoporre all'Alta Sorveglianza una relazione giustificativa recante anche le conseguenti proposte di revisione del programma.

Il termine di ultimazione stabilito dal contratto decorre dalla data dell'ordine di inizio delle Attività indipendentemente dalle modalità e dalla tempistica con cui si procederà alla consegna, anche frazionata, dei lavori.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di procedere alla consegna dei lavori in via anticipata sotto riserva di legge.

In ogni caso la consegna dei lavori rimane subordinata all'assunzione da parte del Contraente Generale di tutti gli oneri che dovessero derivare da eventuali ritardi nella eliminazione o spostamento di interferenze o sottoservizi ovvero nell'acquisizione delle aree necessarie all'esecuzione dei lavori, ove questi non si rivelino pregiudizievoli per l'esecuzione della maggior parte dei lavori.

La Stazione Appaltante comunicherà al Contraente Generale, tramite la Direzione dei Lavori, il giorno ed il luogo in cui dovrà trovarsi per ricevere in consegna i lavori.

Della consegna dei lavori verrà redatto apposito verbale.

Con la firma del verbale il legale rappresentante del Contraente Generale o persona abilitata, indicherà il nominativo del responsabile di cantiere, che firmerà la corrispondenza, la contabilità e riceverà gli Ordini di Servizio.

Dalla data di detto verbale decorreranno i termini di avanzamento e di ultimazione dei lavori.

I tracciati ed i rilievi che eventualmente venissero consegnati dalla Stazione Appaltante al Contraente Generale dovranno essere considerati solo indicativi e il Contraente Generale avrà l'obbligo di controllarli al più presto riferendo alla Stazione Appaltante le eventuali discordanze riscontrate. Pertanto il Contraente Generale sarà responsabile della perfetta rispondenza delle opere ai disegni di progetto nonché a quelli di dettaglio ed alle istruzioni che la Stazione Appaltante si riserva di dare di volta in volta.

Qualora il Contraente Generale non si presenti nel giorno stabilito a ricevere la consegna dei lavori, gli verrà assegnato un termine perentorio, trascorso inutilmente il quale, la Stazione Appaltante avrà diritto di non stipulare o di risolvere il contratto trattenendo definitivamente, a titolo di pena di recesso, la cauzione provvisoria o definitiva versata dal Contraente Generale stesso, a seconda che la mancata consegna si verifichi prima o dopo la stipulazione del contratto, salvo in ogni caso il diritto al risarcimento degli eventuali maggiori danni.

La consegna dei lavori potrà essere effettuata anche in più volte, ai sensi dell'art.130 del Regolamento, cioè frazionata con successivi verbali di consegna parziale. In caso di consegna parziale il Contraente Generale è tenuto a presentare un programma di esecuzione dei lavori che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Qualora successivamente permangano le condizioni di indisponibilità si applica la disciplina delle sospensioni di cui all'art. 133 del Regolamento.

Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della Stazione Appaltante, il Contraente Generale può chiedere di recedere dal contratto. In tal caso il Contraente Generale avrà diritto ai riconoscimenti previsti dall'art. 9 del Capitolato Generale, con i limiti e le modalità fissati nel medesimo articolo, fermo restando quanto stabilito dall'art. 129, comma 9, del Regolamento.

La Stazione Appaltante, nell'ambito dell'area interessata dai lavori oggetto del presente appalto, si riserva il diritto insindacabile di assegnare lavori di qualsiasi tipo ed importo anche ad altre Ditte senza che il Contraente Generale possa sollevare eccezioni di sorta.

#### Sospensione e ripresa dei lavori

Il Contraente Generale non potrà di propria iniziativa, per nessun motivo, sospendere o interrompere i lavori. La richiesta di sospensione dei lavori da parte del Contraente Generale può essere legittimamente avanzata alla Stazione Appaltante qualora, durante l'esecuzione, sopraggiungano condizioni tali (esempio movimenti sismici o condizioni climatiche rilevanti) che oggettivamente ne impediscono la prosecuzione utilmente a regola d'arte.

La Stazione Appaltante è legittimato a sospendere i lavori a norma dell'art. 133 del Regolamento e dell'art. 24 del Capitolato Generale qualora cause di forza maggiore, eccezionali condizioni climatologiche e altre circostanze speciali impediscano la esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori stessi.

Fuori dai casi previsti al comma precedente, la Stazione Appaltante, può, per ragioni di pubblico interesse o necessità, ordinare la sospensione dei lavori, per un periodo di tempo che, in una sola volta o nel complesso, se a più riprese, non superi un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, e mai per più di sei mesi complessivi.

Qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, il Contraente Generale può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; se la Stazione Appaltante si oppone allo scioglimento, il Contraente Generale ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Fatti salvi il caso appena citato ed i casi di sospensione illegittima previsti e regolamentati dall'art. 25 del Capitolato Generale, per la sospensione dei lavori, qualunque sia la causa, non spetta al Contraente Generale alcun compenso o indennizzo. Il Contraente Generale avrà solo diritto alla concessione di una proroga al termine di ultimazione dei lavori, pari alla durata della sospensione effettuata.

Eventuali sospensioni dei lavori disposte dal Direttore Lavori su richiesta del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, per il mancato rispetto delle norme per la sicurezza e la tutela della salute dei lavoratori, non comporteranno alcuna proroga dei termini fissati per l'ultimazione dei lavori.

La sospensione disposta non comporta per il Contraente Generale la cessazione e l'interruzione della custodia dell'opera, per cui essa è tenuta a mantenere le misure di salvaguardia del cantiere ed evitare il danno a terzi.

## **15.1 Lotti funzionali**

I lotti funzionali, compreso il 1° lotto funzionale per un importo non inferiore a € 50'000'000,00, verranno proposti dal Contraente Generale ed approvati dalla Stazione Appaltante unitamente con il progetto definitivo.

## 16 PENALI

Per ogni giorno di ritardo nell'ultimazione dell'intero lavoro appaltato verrà applicata una penale pari allo 0,5‰ (zerovirgolacinquepermille) dell'ammontare netto contrattuale per lavori e sicurezza e comunque complessivamente non superiore al 10% dell'importo contrattuale complessivo.

Qualora il ritardo nell'adempimento determini un importo della penale superiore al 10%, la Stazione Appaltante si riserva di risolvere il contratto a norma dell'art. 119 del Regolamento.

La penale non esclude il diritto di rivalsa verso il Contraente Generale, da parte della Stazione Appaltante, per i danni causati dai ritardi verificatisi per mancati introiti o per qualsiasi altro titolo.

Oltre alla penale di cui sopra, la Stazione Appaltante si riserva di applicare al Contraente Generale le maggiori spese per la prolungata attività di Alta Sorveglianza.

### 16.1 Penali parziali per ritardi

Per ogni giorno di ritardo nell'ultimazione delle varie attività verrà applicata una penale parziale.

La penale non esclude il diritto di rivalsa, per danni a qualsiasi titolo, verso il Contraente Generale, da parte della Stazione Appaltante.

Le penali parziali sono le seguenti:

- per ritardo nella consegna del progetto definitivo completo: 0,5‰ (zerovirgolacinquepermille) dell'importo contrattuale riferito alla progettazione;
- per ritardo nella consegna del progetto esecutivo di 1° lotto: 0,5‰ (zerovirgolacinquepermille) dell'importo contrattuale riferito alla progettazione.

Ogni trimestre sarà effettuato un contraddittorio tra Direttore dei Lavori, l'Alta Sorveglianza e il Contraente Generale per confrontare l'avanzamento dei lavori con il cronoprogramma approvato. In tale occasione, ai fini del rispetto del programma, oltre alla verifica dei dati fisici di avanzamento, si procederà al confronto tra produzione effettuata e produzione prevista.

Il riscontro, in occasione della verifica trimestrale, di ritardi nella produzione rispetto a quella attesa, comporterà il calcolo a cura della Direzione Lavori per interpolazione lineare dei giorni di ritardo della curva effettiva rispetto a quella prevista e l'obbligo per il Contraente Generale di presentare le proprie giustificazioni entro il termine di 15 d dalla data della verifica stessa.

In caso di mancata presentazione delle giustificazioni o in caso di infondatezza delle stesse, il Direttore dei Lavori applicherà una trattenuta nella misura del 0,5‰ (zerovirgolacinquepermille) per ogni giorno di ritardo riscontrato sull'importo del SAL successivo o coincidente con la rilevazione trimestrale.



La percentuale, ottenuta moltiplicando lo 0,5‰ (zerovirgolacinquepermille) per i giorni di ritardo, sarà trattenuta su tutti i SAL prima della verifica successiva.

In occasione della verifica successiva si verificherà, in contraddittorio tra Direttore dei Lavori e il Contraente Generale, se sia stato recuperato il ritardo di cui sopra.

In caso di recupero totale la somma delle trattenute effettuate verrà riaccreditata.

In caso di recupero parziale si provvederà al calcolo della minore percentuale da trattenere ed al relativo riaccredito parziale. Qualora la nuova percentuale risultasse inferiore alla percentuale precedentemente applicata, si procederà al riaccredito di una quota della trattenuta effettuata sulla base della precedente rilevazione corrispondente alla differenza tra la vecchia e la nuova percentuale.

Qualora la nuova percentuale risultasse superiore a quella precedentemente applicata, si manterranno le trattenute operate e si applicherà la nuova percentuale sui successivi SAL.

La trattenuta relativa a ciascun SAL non potrà in alcun caso superare la misura del 10% dell'importo previsto in pagamento con il SAL stesso.

## 16.2 Qualità delle opere

La qualità delle opere ai fini dell'applicazione o meno di riduzioni di compenso sarà valutata dalla Direzione Lavori, con attrezzature specializzate, usate direttamente o da Società esperte nell'effettuazione di dette misure, sulla base delle indicazioni di valutazione contenute nelle Norme Tecniche.

Qualora nel corso dei lavori vengano individuate nuove tecnologie o attrezzature di misura diverse da quelle indicate nelle Norme tecniche, ma maggiormente valide per la misurazione della qualità, la Direzione Lavori potrà usare queste attrezzature o metodologie senza che il Contraente Generale possa obiettare alcunché nelle eventuali riduzioni di prezzo che conseguiranno ai dati misurati.

Qualora si evidenziassero situazioni che, pur non pregiudizievoli per la stabilità e la sicurezza delle opere, dovessero comportare una riduzione qualitativa delle stesse (in termini di durabilità e di maggiori costi di manutenzione) il Contraente Generale dovrà produrre, a sue cure e spese, alla Direzione Lavori un progetto di risanamento delle opere, che dovrà essere approvato dall'Alta Sorveglianza. Il progetto dovrà contenere la valutazione del minor valore delle opere per effetto della minor qualità delle stesse, sia prima degli interventi di risanamento che successivamente alla esecuzione degli stessi. Di tali differenze si terrà conto nella contabilizzazione delle opere difettose.

La Stazione Appaltante può rifiutare e far demolire opere non eseguite a regola d'arte o non conformemente, anche prima del relativo collaudo.

## **17 CONSEGNA DELLE OPERE**

Il Contraente Generale comunica l'ultimazione di lotti, oppure di gruppi di opere funzionali ad utilizzi provvisionali o per aperture anticipate.

All'ultimazione dei lavori, il Direttore dei Lavori eseguirà, in contraddittorio con il Contraente Generale, una verifica sulla funzionalità e completezza delle opere, provvedendo alle verifiche, prove e constatazioni necessarie per accertare se le singole opere e le loro parti possano essere prese in consegna, con facoltà d'uso, pur restando a completo carico del Contraente Generale la responsabilità e la manutenzione delle opere stesse, qualora non dipendente dall'uso.

Ai sensi dell'art. 28, commi 1 e 3, della Legge e dell'art. 192 del Regolamento, non oltre sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori, salvo eventuali ritardi dipendenti da responsabilità del Contraente Generale accertate in sede di verifica di collaudo, dovrà essere ultimato il collaudo dell'intervento.

Nei casi in cui, a norma dell'art. 28 commi 1 e 3 della Legge, il certificato di collaudo è sostituito da quello di regolare esecuzione, quest'ultimo, a norma dell'art. 208 del Regolamento, dovrà essere emesso non oltre tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori.

Ai sensi di quanto disposto dall'art. 28, comma 3, della Legge e dall'art. 199 del Regolamento, il certificato di collaudo ha carattere provvisorio per i due anni successivi all'emissione. Esso assume carattere definitivo decorsi due anni dalla data di quest'ultima e si intende tacitamente approvato ancorchè l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Sono a carico del Contraente Generale tutti gli oneri previsti per le operazioni di collaudo dall'art. 193 del Regolamento e dall'art. 37 del Capitolato Generale.

### **17.1 Consegna anticipata e aperture al traffico**

Qualora la Stazione Appaltante abbia necessità di occupare e/o utilizzare, in tutto o in parte, l'opera, immediatamente dopo la sua ultimazione e prima del collaudo, può procedere alla presa in consegna anticipata a condizione che:

- sia stato eseguito con esito favorevole il collaudo statico delle opere in c.a., c.a.p. e metalliche di cui all'art. 7 della Legge 5 novembre 1971 n° 1086;
- sia stato redatto, in contraddittorio con il Contraente Generale, un debito stato di consistenza dettagliato, da allegare al verbale di presa in consegna dell'opera.

In tal caso la Stazione Appaltante, pur rimanendo a carico del Contraente Generale la manutenzione delle opere stesse le prenderà in consegna, con facoltà d'uso, fermo restando che ciò non esonera il Contraente Generale dalle responsabilità sancite dal vigente Codice Civile.

Non si procede invece alla consegna delle opere provvisorie realizzate dall'Impresa e necessarie per l'esecuzione dell'opera definitiva prevista in contratto, come ad esempio le deviazioni provvisorie della viabilità esistente, che restano sempre a carico del Contraente Generale anche se in uso.

Le aperture al traffico, per opere provvisoriale e per settori anche parziali delle opere definitive, sono autorizzate dalla Stazione Appaltante.

Ai soggetti incaricati dei collaudi e delle verifiche dovrà essere fornita tutta la collaborazione necessaria per lo svolgimento delle competenze, ivi compresa la disponibilità di mezzi e personale per le prove che si rendessero necessarie anche dopo l'ultimazione delle opere.

## 17.2 Consegna dei lotti – opere civili

Il Contraente Generale comunicherà alla Stazione Appaltante l'avvenuta ultimazione dei lotti così come definiti nel progetto definitivo. Si darà, quindi, luogo al relativo collaudo e, se richiesto dalla Stazione Appaltante, alla consegna delle opere del lotto.

In tal caso la Stazione Appaltante, pur rimanendo a carico del Contraente Generale la manutenzione delle opere stesse le prenderà in consegna, con facoltà d'uso, fermo restando che ciò non esonera il Contraente Generale dalle responsabilità sancite dal vigente Codice Civile.

## 17.3 Consegna dei lotti – impianti

Terminato il montaggio dei macchinari ed apparecchiature, la loro messa a punto e taratura, la fornitura, anche distintamente per sezione, verrà sottoposta a verifica funzionale e avviamento delle macchine.

Il Contraente Generale dovrà predisporre per detta verifica le apparecchiature ritenute necessarie ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e dando comunicazione alla Stazione Appaltante del momento a partire dal quale è possibile effettuare le prove.

La prova verificherà, in contraddittorio con l'Alta Sorveglianza, la regolare esecuzione ed il corretto funzionamento di tutti i materiali, macchinari ed apparecchiature fornite e montate, la rispondenza degli stessi alle prescrizioni, alle norme ed alle garanzie funzionali presentata dalla ditta, nonché alle norme di legge pertinenti.

Di tale prova, anche sfavorevole, sarà redatto regolare verbale.

Qualora l'esito della prova non risultasse favorevole, essa sarà ripetuta sino ad esito favorevole, essendo a totale carico del Contraente Generale fornire tutte le sostituzioni, riparazioni, aggiunte o quant'altro necessario a consegnare le apparecchiature perfettamente funzionanti. Anche di ognuna delle prove successive sarà redatto verbale.

Soltanto dopo l'esito favorevole della prova avrà luogo la consegna provvisoria della fornitura alla Stazione Appaltante, consegna che verrà fatta risultare da apposito verbale.

Entro i termini stabiliti dalla normativa vigente sarà predisposta – da parte della Direzione Lavori – la documentazione di collaudo, che sarà inviata al Collaudatore. Questi dovrà compiere le operazioni di collaudo definitivo, ivi comprese l'emissione del relativo certificato e la trasmissione dei documenti alla Stazione Appaltante.

Anche la predisposizione e l'effettuazione di ogni ulteriore prova o verifica richiesta dal Collaudatore è a totale cura e carico della Stazione Appaltante.

La fornitura dovrà essere costruttivamente garantita in ogni caso fino a compimento del collaudo definitivo.

#### **17.4 Consegna finale**

Ad avvenuta ultimazione dei lavori il Contraente Generale provvederà a rimuovere ogni materiale curando che l'intera opera, ivi comprese le finiture, possa essere immediatamente utilizzata senza pregiudizio e/o difficoltà. In particolare il Contraente Generale provvederà allo sgombero e al ripristino delle aree e dei percorsi di cantiere.

Il Collaudatore, prima di procedere all'emissione del certificato di collaudo, procederà alla acquisizione della dichiarazione del Direttore Lavori circa la verifica del corretto e puntuale adempimento di quanto sopra, restando ad esso subordinata l'erogazione del saldo lavori e lo svincolo della cauzione. Qualora il Contraente Generale non provvedesse a quanto necessario, si procederà d'ufficio in danno.

# ALLEGATI

- *Allegato 1 - Raccomandazioni e prescrizioni per gli studi geologici e geotecnici*
- *Allegato 2 - Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto definitivo*
- *Allegato 3 - Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto esecutivo*
- *Allegato 4 - Procedura concernente criteri e modalità per la stesura dei programmi di esecuzione e la gestione del controllo dell'avanzamento lavori*
- *Allegato 5 - Procedura concernente criteri e modalità di funzionamento della Direzione Lavori*
- *Allegato 6 - Procedura concernente criteri e modalità per la predisposizione degli elaborati espropriativi*
- *Allegato 7 - Capitolato generale per l'esecuzione dei lavori*
- *Allegato 8 - Norme del Regolamento n. 554/1999 applicabili alle attività affidate al Contraente Generale*
- *Allegato 9 - Procedura concernente criteri e modalità per la risoluzione delle interferenze*
- *Allegato 10 - Elenco Prezzi*
- *Allegato 11 - Capitolato Speciale di affidamento - Norme tecniche*

## Raccomandazioni e prescrizioni per gli studi geologici e geotecnici

Gli studi geologici e geotecnici devono essere finalizzati alla puntuale individuazione delle proprietà stratigrafiche, geomorfologiche, idrogeologiche, litologiche e strutturali dei terreni direttamente o indirettamente coinvolti, nella progettazione delle opere.

Nelle modalità di applicazione dei criteri generali di studio della geologia del territorio si dovrà tener conto di quanto precisato nel Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", nella Circolare Min. LL.PP. n.30483 del 24.9.88, e nelle prescrizioni di legge regionali o comunque integrative rispetto al D.M. 11 marzo 1988.

- Risultati soddisfacenti si possono ottenere seguendo un programma di indagini geologico-geotecniche adeguato alle situazioni geologiche e alle opere che si debbono realizzare; più approfondita ed estesa sarà la campagna geognostica progettata; tanto più reale sarà la ricostruzione geologica e il modello geomeccanico dell'ammasso roccioso indagato e interessato dalle opere.
- Il programma dettagliato delle indagini geognostiche deve essere sottoposto all'Alta Sorveglianza e da questa approvato.

### Indagini per la caratterizzazione dei siti

Espletata la prima fase delle indagini preliminari atta a definire la fattibilità dell'opera, basata su:

- dati ricavabili sulle carte geologiche e geomorfologiche esistenti
- dati desunti dalla letteratura specializzata
- studio delle foto aeree
- rilevamento geologico di massima,

si passa ad una seconda fase di indagini.

Questa fase comprende generalmente un rilievo geologico di dettaglio, una campagna di sondaggi, indagini geofisiche, rilievi idrogeologici e geomorfologici.

Tutte le indagini svolte dovranno essere chiaramente esposte nella Relazione geologica e in quella geotecnica.

### Rilievi Geologici

I rilievi geologici sono finalizzati alla rappresentazione cartografica (planimetrie e sezioni in scale appropriate), sia degli affioramenti che alla definizione delle formazioni litostratigrafiche sia alla ricostruzione della struttura e della tettonica dei terreni esaminati.

### Rilievi Idrogeologici

Questi rilievi integrano i dati dei rilievi litostratigrafici e geostrutturale con il censimento e cartografazione di sorgenti e pozzi. I terreni saranno cartografati in base alle caratteristiche di

permeabilità superficiale ed hanno lo scopo di definire la presenza e la circolazione idrica sotterranea.

Il rilievo idrogeologico è di particolare importanza nel caso di trincee profonde e di gallerie.

#### Rilievi geomeccanici

I rilievi saranno eseguiti generalmente in terreni rocciosi per definire problemi di stabilità di fronti di scavo e di versanti e per una classificazione geomeccanica.

#### Indagini geotecniche

Nel programma dettagliato delle indagini relativo al tracciato si dovranno prevedere:

- sondaggi con prelievo di campioni indisturbati e non, prove in foro di sondaggio, prove di laboratorio
- prove in situ quali: penetrometriche statiche e dinamiche, prove di carico su piastra, ecc.
- misure geofisiche: di tipo sismico o elettrico.

Il programma dovrà dettagliare e ubicare tutte le indagini previste in relazione alle opere e ai terreni sulle quali esse insistono. Il progettista geotecnico dovrà essere tempestivamente messo al corrente delle indagini in modo che possa intervenire per chiarire quelle incertezze stratigrafiche e geotecniche che dovessero presentarsi.

#### Indagini geofisiche

Le indagini geofisiche completeranno e integreranno le indagini eseguite in sito. I diversi metodi da adottare, avendo caratteristiche e potere risolutivo diverso, saranno funzione delle finalità tecniche da raggiungere.

La geofisica dovrà fare riferimento, per ragioni di taratura, a sondaggi meccanici.

Di seguito vengono elencate, a titolo meramente illustrativo, le tecniche di prospezione più note.

#### Misure geofisiche di tipo sismico

Le prospezioni di tipo sismico, basate sulla misura della velocità di onde di compressione P e di taglio S entro mezzo costituito dai terreni, sciolti o rocciosi, si differenziano in:

- misure in foro "down hole"
- misure in foro "up hole"
- misure in foro "cross hole"
- prospezione sismica a rifrazione
- prospezione sismica a riflessione
- carotaggio sonico

#### Misure geofisiche di tipo elettrico

Le misure di tipo geoelettrico servono per l'esplorazione areale, a diversa profondità, della stratigrafia del terreno, sulla base delle sue proprietà di resistività elettrica. Il profilo di resistività

può essere correlato con quello litostratigrafico; si ottengono inoltre informazioni sulla presenza e sulle caratteristiche delle falde acquifere.

- S.E. V. - sondaggi elettrici verticali
- S.E.O. - sondaggi elettrici orizzontali -profili di resistività
- carotaggio elettrico in foro.

A completamento delle prospezioni deve essere consegnata la seguente documentazione:

- relazione illustrativa della metodologia adoperata con commento e interpretazione dei risultati ottenuti
- rappresentazione piano-altimetrica degli stendimenti.

### Relazione geologica

La relazione dovrà contenere una chiara illustrazione della metodologia di lavoro eseguita e dovrà essere completata da elaborati grafici, quali carte tematiche e profili litostratigrafici e geologico-tecnici longitudinali e trasversali al tracciato, che illustrino estensione e principali geometrie dei fenomeni descritti o citati nel testo.

Gli elaborati principali (carta geologica generale, carta geomorfologica, profili geologici e geologico-tecnici) avranno scala 1:5.000.

Nel caso di opere in sotterraneo di grande rilevanza, quali trincee e gallerie artificiali gli elaborati riassuntivi (carte tematiche, profili) dovranno contenere suddivisioni in parti omogenee dal punto di vista di specifiche caratteristiche geologiche e geologico-tecniche, con quanti più dati di base sia schematicamente possibile introdurre, graficamente o con annotazioni (stereogrammi, colonnine stratigrafiche, misure piezometriche, dati quantitativi in genere, note esplicative).

La relazione includerà la maggior quantità dei dati di base (tabulati di rilievo geostrutturale, schizzi, fotografie, ecc.) in modo tale da porre il lettore nelle migliori condizioni possibili per ripetere passo passo l'iter di passaggio dalla fase analitica a quella di sintesi da parte del compilatore.

Qualora la relazione geologica utilizzi dati desunti da indagini in sito eseguite con mezzi meccanici o attrezzature geofisiche, essa dovrà contenere o citare espressamente la documentazione originale di supporto con tutte le indicazioni sulla loro ubicazione, onde permettere l'esame diretto da parte del lettore.



## RELAZIONE GEOTECNICA

La relazione geotecnica sarà parte integrante del progetto di ogni opera.

Si dovrà, quindi, redigere una relazione geotecnica per ogni opera d'arte: ponti, viadotti, cavalcaferrovia, trincee, gallerie artificiali, muri di sostegno.

Si redigerà inoltre una relazione geotecnica del tracciato considerato, che fornirà i criteri di progettazione geotecnica per le opere minori tipizzate (tombini).

Trattazione separata sarà riservata anche per i tratti lungo versanti di stabilità insoddisfacente per i quali debbano prevedere interventi di drenaggio o consolidamento.

La relazione geotecnica dovrà comprendere le parti seguenti:

- descrizione e documentazione delle indagini geotecniche in sito, incluse le planimetrie con la ubicazione dei punti di indagine, e delle prove di laboratorio;
- schematizzazione geotecnica del sottosuolo, con l'attribuzione di valori numerici di progetto ai parametri che caratterizzano il terreno, strato per strato, sotto gli aspetti influenti nei riguardi del comportamento delle opere;
- valutazione delle condizioni di stabilità dei pendii naturali ed artificiali;
- scelta delle tipologie più idonee per le opere di fondazione, sotto fondazione, sostegno, consolidamento;
- criteri e formule per il dimensionamento dei tipi prescelti con riguardo sia ai problemi di rottura del terreno che delle deformazioni attese in esercizio;
- valutazione di pericolosità sismica, valutazione del potenziale di liquefazione, verifica della stabilità dei pendii in condizioni sismiche (in zone sismiche);
- esempi di dimensionamento;
- eventuali raccomandazioni di tipo esecutivo: fasi, modalità di posa in opera;
- controlli in corso d'opera ed eventuale monitoraggio.

Si richiama l'attenzione sul fatto che la schematizzazione geotecnica è un passo irrinunciabile nella progettazione geotecnica, come anche le norme di legge ribadiscono.

Essa consiste nel passaggio dalla molteplicità dei dati emersi dalle diverse forme dell'indagine ad un numero limitato di parametri di progetto attribuita a definite regioni dello spazio sotterraneo, necessari e sufficienti per caratterizzare il comportamento del terreno nella sua interazione con la costruzione da realizzarsi.

I capitoli di una relazione geotecnica devono quindi essere i seguenti:

### Ricapitolazione delle indagini

Si devono elencare i sondaggi, le prove in sito e le prove di laboratorio, facendo per i dettagli riferimento alla documentazione originale, da allegarsi. L'ubicazione planoaltimetrica dei punti di indagine sarà riferita alle coordinate del progetto ed al livello del medio mare, e determinata con rilievo strumentale punto per punto.

### Schematizzazione geotecnica/geomeccanica del sottosuolo

Con riferimento anche alle suddivisioni litostratigrafiche della relazione geologica, si definisce la separazione in strati e zone del sottosuolo dal punto di vista geotecnico, tale cioè che ad ogni strato individuato corrispondano gli stessi parametri geotecnici o le stesse leggi di variazione dei parametri con la profondità.

Ad ogni strato devono essere attribuiti i parametri di progetto, dedotti con criteri esplicitamente dichiarati dai dati raccolti con l'indagine. Possono non essere caratterizzati solamente eventuali strati che non interagiscono con la costruzione (ad esempio, substrati rocciosi profondi).

Nel caso i parametri geotecnici vengano dedotti da misure indirette, come nel caso delle prove in sito di tipo penetrometrico, dovranno essere citati i criteri di correlazione di cui si fa uso per tale deduzione.

### Verifiche di stabilità dei pendii

La pendenza delle scarpate artificiali (trincee e rilevati) deve essere verificata in base ad analisi di stabilità a lungo termine.

La stabilità dei pendii naturali a monte della linea deve essere assicurata nei tratti con pendenza trasversale significativa in rapporto alla resistenza al taglio del terreno che li costituisce.

Nelle zone non sismiche, se il grado di sicurezza allo scivolamento non raggiunge il valore di 1.2 nelle situazioni naturali più sfavorevoli, debbono essere progettati idonei interventi di drenaggio e/o consolidamento, tali da assicurare la condizione G.S.  $\geq 1.2$ .

Nelle zone sismiche e solo per i materiali coesivi nei quali non sono proponibili analisi dinamiche, i valori minimi richiesti del grado di sicurezza, in condizioni statiche e senza applicazione di forze d'inerzia simulanti il sisma, devono essere elevati rispettivamente:

- a 1.3 per le zone di II categoria
- a 1.4 per le zone di I categoria.

### Scelta dei tipi più idonei per le opere di fondazione, sostegno, consolidamento

La scelta deve essere ragionata, con illustrazione delle ragioni per cui le tipologie scartate sono non idonee o meno idonee di quelle prescelte.

### Criteri e formule per il dimensionamento delle opere

In generale, si devono adottare criteri e formule di dominio comune; in casi particolari si dovrà citare la fonte bibliografica da cui si è attinto, qualora si scelga di adottare procedure non usuali.

I parametri da introdurre nelle formule dovranno essere chiaramente congruenti con quelli forniti dalla schematizzazione geotecnica.

Il capitolo dovrà comprendere almeno un esempio di applicazione dei criteri e delle formule proposti.

Qualora alcuni dati di dimensionamento dipendano da circostanze da accertare nel corso dei lavori, occorre che le circostanze siano ben specificate e si definiscano le modalità per accertarne la presenza.

### Problematiche sismiche

La relazione geotecnica deve comprendere una valutazione della pericolosità sismica lungo il tracciato, in punti di riferimento posti ad una distanza indicativa massima di 3-5 km fra loro, scegliendone le ubicazioni in corrispondenza dei manufatti di maggior importanza o in corrispondenza di zone particolarmente critiche dal punto di vista geotecnico (pendii potenzialmente instabili, siti liquefacibili).

Si impiegheranno un metodo di tipo storico-statistico e/o uno di tipo probabilistico, impiegando come base di partenza un catalogo dei terremoti aggiornato (posteriore al 1980) e ricercando i piani quotati delle intensità dei terremoti storici più importanti per la regione ( $I > VIII$ ), ricostruiti negli studi più recenti.

Si dovrà tener conto dei periodi di completezza del catalogo per le diverse intensità o magnitudo e si procederà alla eliminazione degli eventi minori (repliche o precursori all'interno di una stessa sequenza sismica). La scelta delle relazioni di attenuazione sarà fatta sulla base di studi relativi a terremoti regionali.

Il risultato finale sarà costituito da una correlazione tra il valore atteso dell'accelerazione massima orizzontale del terreno ed il periodo di ritorno, calcolata per ciascuno dei siti di riferimento. Lo studio dovrà fornire anche stime dei valori di magnitudo associati a valori rappresentativi del periodo di ritorno (es. 100 anni, 500 anni) e di distanza dei siti dalla zona sismogenetica potenzialmente più pericolosa.

In presenza di situazioni particolari dal punto di vista geomorfologica e geotecnico, si procederà ad una valutazione degli effetti di amplificazione locale mediante metodi semplificati, analisi monodimensionali o bidimensionali secondo la complessità della situazione.

Sulla base di questi dati si procederà alla formulazione di raccomandazioni progettuali concernenti lo spettro delle azioni sismiche di progetto, che dovrà essere vincolato a quello della normativa sismica vigente solo in quanto non potrà essere inferiore.

Si dovranno inoltre eseguire verifiche geotecniche nel campo delle sollecitazioni dinamiche. In particolare:

- in presenza di materiali incoerenti da sciolti a mediamente addensati, e sotto falda entro una profondità massima di 25 m da p.c., si dovrà eseguire una valutazione semplificata del potenziale di liquefazione, condotta sulla base dei risultati di prove penetrometriche dinamiche SPT. E' indispensabile disporre dei risultati di analisi granulometriche condotte sui campioncini derivati dalle prove SPT. A scopo di verifica, è anche raccomandabile che siano condotte alcune valutazioni basate sui risultati di prove penetrometriche statiche. I dati di ingresso necessari relativi alla accelerazione massima del terreno e alla magnitudo del terremoto di riferimento saranno derivati dallo studio di pericolosità sismica sopraccitato.
- in corrispondenza di zone con pendii, scarpate o rilevati di altezza significativa costituiti da materiali granulari, si procederà alla verifica della stabilità in condizioni sismiche. Si adotteranno modelli semplici per il calcolo degli spostamenti permanenti, come quello proposto da Newmark (1965). In presenza di situazioni di particolare importanza o delicatezza si potrà ricorrere ad analisi bidimensionali con elementi finiti. Questo tipo di studio richiede quale dato di ingresso degli accelerogrammi rappresentativi del terremoto di riferimento, da ricercarsi tra le registrazioni "strong motion" di terremoti reali sulla base dei risultati dello studio di pericolosità sismica.

### Valutazione dei cedimenti

La valutazione dei cedimenti è obbligatoria per le fondazioni dirette su terreni non rocciosi e per le palificate sospese. Essa deve comprendere la stima dei cedimenti differenziali in fase di esercizio.

Per le fondazioni dirette estese (platee) per le quali la distribuzione dei cedimenti, funzione anche della rigidità della fondazione, risulta da un'analisi strutturale in cui il terreno è rappresentato da coefficienti di sotto fondo, tali coefficienti devono essere differenziati lungo l'area di impronta e devono essere ricavati da un computo dei cedimenti sotto un carico esplorativo uniforme pari al carico medio trasmesso dalla fondazione.

#### Criteria e disposizioni riguardanti le modalità esecutive

I punti salienti delle modalità esecutive e dell'ordine di esecuzione delle diverse opere, rilevanti agli effetti del comportamento delle opere stesse, devono essere evidenziati con indicazione della sequenza e delle modalità corrette, per le quali valgono i dimensionamenti e le previsioni presentate nella relazione.

#### Elaborati grafici della relazione geotecnica

Le relazioni geotecniche devono comprendere i seguenti elaborati grafici:

- planimetria con indicazione dei punti di indagine in scala adeguata;
- sezioni verticali del sotto suolo nelle quali siano indicati: la schematizzazione geotecnica; i dati principali dell'indagine che portano alla definizione della schematizzazione proposta (colonne stratigrafiche dei sondaggi, valori di SPT, indicazioni piezometriche, ecc.); i dati principali delle soluzioni proposte per le opere di fondazione e di sostegno (quota di posa, profondità di immersione nello strato portante).

Qualora la chiarezza dell'elaborato lo esiga, le sezioni potranno essere sdoppiate, riportando:

- sulla prima serie la schematizzazione geotecnica e dati dell'indagine;
- sulla seconda serie la schematizzazione geotecnica e soluzioni proposte per le opere.

La traccia delle sezioni dovrà essere riportata su una planimetria del sito.

Diagrammi esprimenti le correlazioni di cui ci si avvale nell'elaborazione dei parametri di progetto, nelle verifiche statiche e dinamiche, nella stima dei cedimenti.

Tutte le relazioni geotecniche dovranno essere redatte e firmate da un ingegnere geotecnico di comprovata esperienza specifica e cofirmate da un geologo relativamente al modello ed alla scelta dei parametri caratterizzanti i terreni.

L'ingegnere geotecnico assumerà in proprio la responsabilità del contenuto della relazione.

# Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto definitivo

## 1. TERMINI E MODALITA' DI ESECUZIONE

- 1.1 Il Contraente Generale dovrà consegnare una copia su carta del progetto definitivo entro il termine previsto in offerta; il tempo utile decorre dalla data di ricevimento della comunicazione dell'affidamento anche in pendenza della firma del contratto.
- 1.2 Entro i successivi 5 giorni, il Contraente Generale dovrà consegnare un "Documento di pianificazione" (tipo Gantt) per la redazione del progetto definitivo in cui saranno evidenziati:
- le principali attività da svolgere per la redazione del progetto definitivo con l'indicazione della relativa durata;
  - la consegna del "Piano dei monitoraggi e delle indagini in sito e di laboratorio" e l'esecuzione delle stesse;
  - le date orientative per gli incontri con le interfacce interne ed esterne finalizzati ad acquisire segnalazioni ed esigenze da parte delle medesime;
  - la data orientativa per la richiesta dei preventivi scritti degli Enti proprietari dei sottoservizi e degli impianti interferiti;
  - le date orientative per gli incontri di riesame con le interfacce interne;
  - la consegna del progetto definitivo.
- 1.3 Il "Documento di pianificazione" sarà oggetto di controllo da parte dell'Alta Sorveglianza e dovrà essere modificato e/o integrato dal Contraente Generale entro 5 giorni dalla data dell'eventuale specifica richiesta scritta dell'Alta Sorveglianza.
- 1.4 Il "Documento di pianificazione" dovrà essere aggiornato a cura del Contraente Generale ogni qualvolta si evidenzino scostamenti sensibili tra le previsioni del documento stesso e lo svolgimento dell'appalto.
- 1.5 La Stazione Appaltante svolgerà i controlli atti a verificare l'attuazione del "Documento di pianificazione" e, quindi, l'avanzamento dell'appalto.
- 1.6 La Stazione Appaltante, o il Contraente Generale su sua indicazione, promuoveranno e parteciperanno agli incontri con le interfacce interne.
- 1.7 Di ogni riunione il Contraente Generale dovrà curare la redazione di uno specifico Rapporto.
- 1.8 La Stazione Appaltante, entro 15 giorni dalla data di consegna del progetto definitivo, potrà rilasciare una comunicazione scritta recante eventuali richieste di integrazione e/o completamenti da apportare al progetto in vista dell'ottenimento

di tutti i pareri, approvazioni, autorizzazioni e nulla osta di rito, nonché per il corretto recepimento delle esigenze degli Enti interessati e per il soddisfacimento delle esigenze proprie della Stazione Appaltante.

- 1.09 Al verificarsi dell'eventualità di cui al paragrafo precedente, il Contraente Generale dovrà consegnare una nuova copia su carta del progetto definitivo, integrata e completata secondo i contenuti della comunicazione, entro il termine che sarà assegnato nella comunicazione stessa.
- 1.10 Ulteriori copie su carta del progetto definitivo, fino ad un massimo di 99 comprese e compensate nel presente Contratto, ed una copia su supporto magnetico, dovranno essere consegnate dal Contraente Generale entro 10 giorni dalla richiesta scritta della Stazione Appaltante. Sono inoltre comprese e compensate nel presente Contratto tutte le copie degli elaborati specificati nei paragrafi 2.12 e 2.13.

## **2. CONTENUTI RICHIESTI**

- 2.1 Il progetto definitivo dovrà avere i contenuti previsti dalla normativa italiana e comunitaria vigente in materia di opere pubbliche e di infrastrutture strategiche.
- 2.2 Sono da intendersi compresi nell'appalto, e quindi a carico del Contraente Generale, le eventuali modifiche da apportare al progetto, gli elaborati aggiuntivi, nonché ogni altro onere, attività o prestazione che fossero richiesti dalla Stazione Appaltante o dagli Enti finalizzati all'acquisizione delle approvazioni sul progetto definitivo.
- 2.3 L'elenco degli elaborati sarà definito, sentito la Stazione Appaltante, con riferimento allo "Schema di elenco elaborati per il progetto definitivo" di seguito riportato.
- 2.4 Tutti gli elaborati del progetto definitivo dovranno essere disponibili su supporto informatico nei formati della più recente versione di Autocad per gli elaborati grafici e di Microsoft Word ed Excel per testi e tabelle.
- 2.5 Nello sviluppo del progetto si dovrà tenere conto, inoltre, di quanto segue:
- ◇ ripartizione dell'opera in lotti funzionali, da individuare in collaborazione con la Stazione Appaltante. Nella stima del progetto l'importo delle opere dovrà essere esposto ripartito per i singoli lotti;
  - ◇ per i prezzi da utilizzare nella stima si dovrà fare riferimento all'unito elenco prezzi dei lavori straordinari A.N.A.S. Per eventuali lavorazioni non previste si potrà fare riferimento al più recente elenco prezzi delle manutenzioni in uso presso il competente compartimento A.N.A.S. Per le lavorazioni non presenti nei riferimenti sopradescritti si farà ricorso a specifiche analisi dei prezzi.

Per le sottoelencate prestazioni del progetto definitivo, il Contraente Generale dovrà attenersi alle seguenti indicazioni:

### **2.6 Cartografia aerofotogrammetrica e ortofotocarta**

Dovranno essere eseguite secondo le specifiche norme di buona tecnica, nonché secondo le indicazioni che saranno fornite dall'Alta Sorveglianza.

La cartografia su cui saranno impostate le planimetrie di progetto dovrà essere numerica, vettoriale, tridimensionale, dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 300 metri e dovrà essere di precisione conforme alla scala richiesta per le planimetrie del progetto definitivo.

L'ortofotocarta dovrà essere numerica, a colori e dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 2.000 metri.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza e della qualità dei prodotti forniti.

## **2.7 Indagini geognostiche e di laboratorio**

Per tale attività si farà riferimento alle "Raccomandazioni e prescrizioni per gli studi geologici e geotecnici".

Il Contraente Generale dovrà predisporre un "Piano delle indagini in sito e di laboratorio" che dovrà essere consegnato all'Alta Sorveglianza con congruo anticipo rispetto all'avvio delle prove e dovrà essere modificato e/o integrato in base alle eventuali indicazioni della Stazione Appaltante stesso.

L'esecuzione delle indagini sarà controllata da personale incaricato dalla Stazione Appaltante cui il Contraente Generale dovrà garantire la necessaria collaborazione.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza della campagna e della rispondenza della stessa alle specifiche norme di legge, nonché della qualità delle indagini svolte.

L'acquisizione delle autorizzazioni per l'accesso ai terreni e gli eventuali relativi oneri sono a carico il Contraente Generale.

I campioni prelevati nel corso delle indagini geognostiche dovranno essere stoccati e protetti dai fenomeni atmosferici a cura e spese il Contraente Generale presso un'area che sarà indicata dalla Stazione Appaltante.

## **2.8 Studio del traffico**

Dovrà approfondire e completare lo studio del traffico svolto nell'ambito della redazione dell'aggiornamento del progetto preliminare con riferimento al tracciato stradale ed alle altre scelte progettuali su cui si sviluppa la progettazione definitiva.

Il Contraente Generale consegnerà, oltre ai risultati, anche i dati di base dello studio.

## **2.9 Analisi finanziaria**

Dovrà approfondire e completare l'analisi finanziaria svolta nell'ambito dell'aggiornamento del progetto preliminare, con riferimento al tracciato stradale e alle altre scelte progettuali su cui si sviluppa la progettazione definitiva. In particolare si esamineranno i riflessi delle varie ipotesi di tariffazione sui flussi di traffico.

## **2.10 Risoluzione interferenze con sottoservizi e impianti**

Il Contraente Generale procederà ad aggiornare e completare il censimento delle interferenze e il progetto delle relative risoluzioni in base agli esiti degli adempimenti attuati sulla base del progetto preliminare ai sensi dell'art. 5 del D Lgs 190/2002.

Nell'ambito della progettazione definitiva, il Contraente Generale dovrà svolgere, inoltre, una dettagliata stima degli interventi di risoluzione delle interferenze suffragandola con i preventivi scritti degli Enti proprietari degli impianti e dei sottoservizi interferiti, nonché redigere il cronoprogramma degli spostamenti.

## **2.11 Assistenza alla Stazione Appaltante durante l'acquisizione delle approvazioni degli Enti sul progetto definitivo**

Il Contraente Generale dovrà supportare il in occasione delle riunioni, le presentazioni pubbliche, i sopralluoghi, ecc... che si terranno durante la fase d'acquisizione di tutti i pareri e le approvazioni sul progetto definitivo.

Il supporto potrà attuarsi tramite la partecipazione alle riunioni anche in rappresentanza del Stazione Appaltante, nonché tramite quanto indicato nel paragrafo 2.2.

## **2.12 Servizi relativi agli espropri ed agli aspetti patrimoniali**

Il progetto definitivo dovrà possedere i contenuti tecnico - amministrativi previsti dalla normativa vigente in materia di espropriazioni nonché dal Protocollo d'intesa tra Stazione Appaltante ed Associazioni di categoria sottoscritto a Venezia il 6/10/2003, e necessari per permettere l'avvio della procedura espropriativa.

Il Contraente Generale si dovrà impegnare a dare collaborazione ed assistenza per un rapido e corretto svolgimento dei controlli della Stazione Appaltante e a predisporre apposito modulo di controllo redatto in conformità alle norme ISO 9001.

Il Contraente Generale dovrà curare i rapporti con gli Enti interessati dalle attività della procedura espropriativa, provvedendo ad espletare ogni pratica burocratica secondo le istruzioni della Stazione Appaltante.

Inoltre dovrà assicurare la disponibilità a partecipare a riunioni presso la Stazione Appaltante, a redigere periodici rapporti e relazioni sullo stato delle attività, a recarsi, all'occorrenza, anche presso altre sedi per la disamina di eventuali problematiche che dovessero insorgere.

### **A) Redazione Piano Particellare di Esproprio**

#### **1. Visure alle mappe catastali di impianto presso l'UTE (N.C.T. e N.C.E.U.)**

Dovrà essere effettuata specifica visura alle mappe catastali sia al N.C.T. sia al N.C.E.U. La visura di tale ultima mappa consente di rilevare, a livello storico, eventuali dati censuari attribuiti a beni interessati ai lavori al fine di poter rilevare o identificare ad oggi la relativa consistenza catastale e i relativi proprietari.

#### **2. Richiesta estratti di mappa in vax.**



Gli estratti di mappa in vax sono rilasciati in formato A4 (formato più preciso come definizione di linea) o A3, e variano secondo il tipo di lavoro da eseguire. Il vax può riportare un catastale privo dell'individuazione dei fogli di mappa. Ciò comporta che la suddivisione dei fogli debba avvenire a livello manuale. Dunque tale operazione va eseguita congiuntamente alla visura di partita relativa al mappale oggetto di richiesta.

3. Visure limitate ai dati censuari N.C.T.

Tale operazione consente di individuare se il bene è censito al N.C.T. o al N.C.E.U. e i relativi dati censuari.

4. Corrispondenza mappe al N.C.E.U.

Tale operazione comporta il confronto tra i vax acquisiti al N.C.T. e le mappe catastali del N.C.E.U.

5. Visure limitate ai dati censuari N.C.E.U.

Tale operazione consente di individuare se il bene è censito al N.C.E.U. o al N.C.T. e i relativi dati censuari.

6. Richiesta partite catastali N.C.T.

Tale operazione consente di acquisire la certificazione catastale del bene oggetto di intervento.

7. Richiesta partite catastali N.C.E.U.

Tale operazione consente di acquisire la certificazione catastale del bene oggetto di intervento e deve essere svolta per ogni singolo subalterno.

8. Ispezioni ipotecarie presso la Conservatoria dei Registri Immobiliari

Tale operazione va eseguita per ogni ditta intestata e consente di rilevare, a livello di conservatoria, quali siano all'attualità, ovvero al momento dell'ispezione, i proprietari del bene in oggetto. Tale operazione viene eseguita sia in forma meccanizzata che manuale in funzione del livello di aggiornamento informatico operato in ogni singola Conservatoria.

9. Redazione piano particellare (planimetria)

Il piano particellare verrà redatto su supporto informatizzato ed elaborato in Autocad (Versione 14 o successiva) in tre copie più supporto informatizzato. Qualora necessari, i fogli catastali saranno redatti su supporto raster vettorializzato o eventualmente digitalizzato.

Dovrà inoltre essere garantita la congruità del piano particellare con il progetto definitivo.

10. Redazione piano particellare di esproprio (elenco ditte)

L'elaborato, redatto su modello fornito dalla Alta Sorveglianza, riporta il riepilogo generale dei dati acquisiti durante le operazioni sopra elencate e dei relativi indennizzi e verrà fornito in tre copie più supporto informatizzato.

11. Acquisizione dei dati anagrafici presso ogni singolo ufficio comunale dove risultano nate le persone interessate dall'intervento ed eventuali emigrazioni o decessi

Tale operazione prevede una specifica delega, all'uopo rilasciata dal Stazione Appaltante, da inoltrare agli Uffici Anagrafe.

Qualora l'interessato sia emigrato in paesi esteri andrà rivolta istanza all'A.I.R.E. e, solo in mancanza di regolare iscrizione presso quest'ultima, ci si potrà attenere all'ultima residenza nota in Italia.

In caso di decesso senza eredi o in caso che questi ultimi non abbiano inoltrato apposita denuncia di successione dovrà essere richiesto all'Ufficio Anagrafe il certificato anagrafico storico per risalire ai possibili successori *ex lege* attraverso la verifica della composizione della famiglia di origine.

12. Acquisizione dati relativi ai fabbricati presso i Comuni

Relativamente ai fabbricati, dovranno essere effettuate le seguenti verifiche presso i Comuni, al fine di confrontare le informazioni ottenute in campagna con i dati comunali, in ordine a:

- ◇ indirizzi;
- ◇ numero delle persone dimoranti nel fabbricato e titolo (se proprietarie, locatarie, comodatarie, usufruttuarie ecc.);
- ◇ anno di costruzione.

13. Predisposizione della documentazione completa per le singole ditte

Tale attività prevede la preparazione di un fascicolo comprendente:

- ◇ stralcio di mappa (fotocopia del piano particellare e quindi non su base informatizzata);
- ◇ visura catastale (N.C.T. e N.C.E.U.);
- ◇ visura ipotecaria con relativa scheda-prospetto, redatta per ogni nominativo, riportante le singole formalità visionate e riassunte;
- ◇ documentazione fotografica dei fabbricati da demolire;
- ◇ scheda relativa ai fabbricati recante i dati reperiti nei Comuni e dei quali si è accennato sopra.

Vengono così raccolti in un fascicolo tutti i dati relativi ad ogni singola ditta ad essa facilmente riconducibile mediante numerazione conforme a quella riportata nel piano particellare di esproprio.

Gli elaborati del piano particellare di esproprio dovranno permettere il corretto avvio della procedura espropriativa in base alla normativa vigente.

B) Indagine territoriale con censimento del patrimonio immobiliare presente e classificazione urbanistica e fiscale delle aree

1) *Indagine territoriale su una fascia di 120 m con censimento di tutto il patrimonio immobiliare presente*

Dovranno essere rilevate con completezza le informazioni relative agli immobili di qualsiasi specie e categoria ubicati lungo il futuro tracciato per una fascia di 60 m misurata su ambo i lati a partire dall'asse della futura opera.

Le indagini da effettuare dovranno permettere di individuare:

- fabbricati particolari da indennizzare,
- aziende agricole,

- aziende commerciali,
- aziende industriali.

All'interno della fascia dei 60 m ci saranno due distinte tipologie per il censimento dei fabbricati destinati ad abitazione e di quelli agricoli, commerciali ed industriali, così suddivise:

- a) da asse opera a limite di occupazione (area da espropriare);
- b) da limite di occupazione a 60 m da asse (area da vincolare per nuova fascia di rispetto).

2) *Indagine Territoriale per la determinazione dell'incidenza percentuale dei diretti coltivatori o degli imprenditori agricoli a titolo principale*

Dovrà essere ricercata, per un campione rappresentativo, l'incidenza percentuale sul totale delle ditte espropriande, del numero delle ditte dirette coltivatrici o imprenditori agricoli a titolo principale presenti nei Comuni interessati dall'opera.

Detta ricerca sarà effettuata mediante sopralluoghi ed accertamenti presso gli Enti Pubblici competenti.

3) *Classificazione delle aree in base alla loro destinazione urbanistica effettiva o potenziale*

Le aree, in considerazione dell'art. 5bis della L. 359/92 e di una costante giurisprudenza, saranno così classificate:

- edificabili: saranno comprese in questa categoria tutte le aree la cui edificabilità sia riconosciuta dagli strumenti urbanistici vigenti;
- edificate: saranno comprese in questa categoria tutte le aree ove sorgono fabbricati edificati non abusivamente;
- non pienamente agricole: saranno considerate in questa categoria tutte quelle aree di fatto agricole, che per la prossimità ai centri urbani, pur non potendo essere considerate come edificabili, comunque non vengono valutate nel mercato fondiario per esclusive finalità agricole.

Le classificazioni sopra descritte saranno elaborate in considerazione di quanto stabilito dalla costante giurisprudenza in materia.

4) *Classificazione delle aree in base ai criteri previsti dal D.L. n. 504 del 30.12.1992.*

Dovranno essere reperite le tabelle predisposte dai Comuni interessati dalle opere, relative ai "valori venali in comune commercio" al 1 Gennaio di ogni anno che risultano applicati ai fini dell'Imposta Comunale sugli Immobili alle varie tipologie di aree fabbricabili, comprese nel territorio comunale.

5) *Predisposizione tavole d'individuazione delle aree edificabili, edificate, non pienamente agricole, ed in base ai criteri del D.L. n. 504 del 30.12.1992.*

Il risultato finale sarà la produzione di tavole a colori con formato standard, preferibilmente A0, contenenti tutte le zonizzazioni e le informazioni utili ai fini della stima dei terreni e come output dell'indagine di cui ai punti 3 e 4.

6) *Informatizzazione dei dati acquisiti presso i Comuni interessati dall'opera e mediante sopralluoghi diretti*

Dovrà essere effettuata l'informatizzazione delle destinazioni d'uso delle aree oggetto di studio, secondo le informazioni acquisite presso i Comuni

interessati dall'opera e mediante sopralluoghi diretti. Quindi si procederà con la predisposizione di opportuna cartografia atta ad individuare le diverse destinazioni delle aree e dei fabbricati comprensiva dei relativi dati caratteristici e come output dell'indagine di cui al punto 1 del presente capitolo.

### **2.13 Procedure di partecipazione degli interessati alla fase espropriativa**

Il Contraente Generale dovrà predisporre la documentazione necessaria per attivare la procedura prevista dalla Legge 241/90 in un numero di copie pari al numero dei Comuni interessati dal tracciato più due ad uso archivio, nonché una su supporto informatico, ed in particolare:

- Relazione esplicativa dell'opera;
- Mappe catastali con individuate le aree da occupare;
- Elenco dei proprietari iscritti negli atti catastali;
- Planimetrie dei Piani Urbanistici vigenti;
- Planimetrie del Progetto dell'opera.

Il Contraente Generale dovrà, inoltre, procedere all'analisi tecnica delle osservazioni scritte che riceverà nell'ambito della procedura, predisponendo una specifica documentazione e operando le eventuali conseguenti modifiche progettuali.

# Schema di elenco elaborati per il progetto definitivo

## 1. PARTE GENERALE

- Relazione generale
- Relazione sulla rispondenza al progetto preliminare e alle prescrizioni
- Corografia generale
- Profilo schematico
- Documentazione fotografica
- Studio di inserimento urbanistico
- Studio del traffico
- Analisi finanziaria
- Elenco prezzi unitari
- Analisi dei prezzi
- Computo metrico estimativo sommario
- Sommario di progetto
- Quadro economico riassuntivo
- Disciplinare descrittivo e prestazionale
- Piano di sicurezza e coordinamento comprensivo del "Fascicolo informazioni"
- Rilievi planoaltimetrici

## 2. STUDI E INDAGINI

### 2.1 Indagini geognostiche

- Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
- Risultati indagine geognostica
- Certificati delle prove di laboratorio
- Risultati indagine geofisica

### 2.2 Geologia, idrogeologia e geomorfologia

- Relazione geologica, idrogeologica, geomorfologica e sismica
- Carta geologica
- Carta idrogeologica
- Carta geomorfologia
- Profilo geologico

### 2.3 Geotecnica

- Relazione geotecnica
- Profilo geotecnico longitudinale

### 2.4 Idrologia e idraulica

- Relazione idrologica
- Relazione idraulica
- Corografia dei bacini

### 2.5 Studio acustico

- Relazione acustica
- Planimetrie dei recettori

### **3. PROGETTO STRADALE**

- Corografia
- Planimetrie
- Profili longitudinali
- Sezioni trasversali tipo
- Particolari costruttivi delle sezioni tipo
- Disegni tipologici sicurvia
- Disegni tipologici segnaletica verticale
- Sezioni trasversali
- Elementi geometrici del tracciato
- Analisi delle visuali libere
- Diagramma delle velocità e relativo esame
- Planimetrie degli svincoli

### **4. OPERE D'ARTE MAGGIORI**

#### **4.1 Ponti e viadotti**

- Relazione statica preliminare
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta impalcato e pianta fondazioni
- Carpenteria dell'impalcato
- Carpenteria delle pile e delle fondazioni
- Carpenteria delle spalle
- Opere di protezione in alveo
- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Rendering/viste prospettiche

#### **4.2 Gallerie artificiali**

- Relazione statica preliminare
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Pianta e sezioni trasversali
- Schema delle fasi costruttive
- Particolari (giunti, tiranti, drenaggi, ecc.)
- Pianta e sezioni della zona d'imbocco
- Rendering degli imbocchi

### **5. OPERE D'ARTE MINORI**

#### **5.1 Opere di sostegno**

- Terrapieni verdi rinforzati
- Terre armate
- Muri in cemento armato
- Paratie di pali o micropali
- Diaframmi

#### **5.2 Opere di attraversamento stradale**

##### **5.2.1 Cavalcavia**

- Relazione statica preliminare
- Profilo longitudinale con l'indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta impalcato e pianta fondazioni
- Carpenteria dell'impalcato
- Carpenteria dei pulvini, delle pile e dei plinti di fondazione
- Carpenteria delle spalle

- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Rendering/viste prospettiche

#### **5.2.2 Sottovia**

- Relazione statica preliminare
- Prospetto, sezioni longitudinali e trasversali, pianta

#### **5.3 Opere di attraversamento idraulico**

##### **5.3.1. Tombino**

- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali

##### **5.3.2. Sifone**

- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali

##### **5.3.3. Ponte canale**

- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali

### **6. AUTOSTAZIONI E PERTINENZE STRADALI**

#### **6.1 Barriere di esazione e edifici di stazione**

- Planimetria del piazzale
- Relazione statica preliminare delle strutture
- Pianta vari livelli
- Sezioni
- Prospetti
- Rendering/viste prospettiche

#### **6.2 Centri di manutenzione**

- come sopra

#### **6.3 Aree di sosta**

- come sopra

### **7. IMPIANTI**

- Relazione descrittiva
- Calcoli preliminari
- Corografia con dislocazione degli apparati e linee cavi
- Planimetrie con apparati e linee cavi
- Disegni tipologici degli apparati

### **8. INTERVENTI DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E AMBIENTALE**

- Relazione descrittiva
- Corografia d'insieme

#### **8.1 Opere per la salvaguardia dei corsi d'acqua**

- Planimetrie
- Disegni tipologici
- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma

#### **8.2 Opere per il contenimento dell'inquinamento acustico**

- Planimetrie
- Planimetrie dei cantieri
- Disegni tipologici

#### **8.3 Opere a verde**

- Planimetrie
- Disegni tipologici

#### **9. CANTIERI CAVE E DISCARICHE**

- Relazione descrittiva
- Corografia con localizzazione dei cantieri e della viabilità di accesso
- Corografia con localizzazione delle cave e discariche
- Modalità esecutive e fasi di lavoro

#### **10. RISOLUZIONE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI E IMPIANTI**

- Relazione descrittiva
- Planimetrie con individuazione sottoservizi e impianti interferenti
- Planimetrie della risoluzione delle interferenze
- Stima della risoluzione delle interferenze
- Fascicolo con i benestare degli Enti proprietari o gestori
- Cronoprogramma degli spostamenti

#### **11. ESPROPRI**

- Relazione descrittiva
- Piano particellare di esproprio: planimetrie
- Piano particellare di esproprio: elenco dei proprietari
- Stima degli espropri

#### **12. PRESENTAZIONE DEL PROGETTO**

- Brochure illustrativa
- Presentazione su supporto informatico



# Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto esecutivo

## 1. MODALITA' DI ESECUZIONE

- 1.1 Il Contraente Generale dovrà consegnare una copia su carta del progetto esecutivo entro il periodo previsto, decorrente dalla data di ricevimento di specifica comunicazione scritta della Stazione Appaltante di avvio della progettazione esecutiva.
- 1.2 Entro 10 giorni, il Contraente Generale dovrà consegnare un "Documento di pianificazione" (tipo Gantt) per la redazione del progetto esecutivo in cui saranno evidenziati:
  - le principali attività da svolgere per la redazione del progetto esecutivo, con l'indicazione della relativa durata;
  - la consegna del "Piano delle indagini in sito e di laboratorio" e l'esecuzione delle stesse;
  - le date orientative per gli incontri con le interfacce interne ed esterne finalizzati ad acquisire segnalazioni ed esigenze delle medesime;
  - le date orientative per gli incontri di riesame con le interfacce interne;
  - la consegna del progetto esecutivo.
- 1.3 Il "Documento di pianificazione" sarà oggetto di controllo da parte dell'Alta Sorveglianza e dovrà essere modificato, e/o integrato dal Contraente Generale entro 5 giorni dalla data dell'eventuale specifica richiesta scritta dell'Alta Sorveglianza.
- 1.4 Il "Documento di pianificazione" dovrà essere aggiornato a cura del Contraente Generale ogni qualvolta si evidenzino scostamenti sensibili tra le previsioni del documento stesso e lo svolgimento dell'appalto.
- 1.5 La Stazione Appaltante svolgerà i controlli atti a verificare l'attuazione del "Documento di pianificazione" e, quindi, l'avanzamento dell'appalto.
- 1.6 La Stazione Appaltante, o il Contraente Generale su sua indicazione, promuoveranno e parteciperanno agli incontri con le interfacce interne.

- 1.7 Di ogni riunione il Capo Progetto dovrà curare la redazione di uno specifico Report compilato secondo lo schema che sarà fornito dall'Alta Sorveglianza.
- 1.8 La Stazione Appaltante, entro 15 giorni dalla data di consegna del progetto esecutivo, potrà rilasciare una comunicazione scritta recante eventuali richieste di integrazione e/o completamenti da apportare al progetto in vista dell'ottenimento di tutti i pareri, approvazioni, autorizzazioni e nulla osta di rito, nonché per il corretto recepimento delle esigenze degli Enti interessati e per il soddisfacimento delle esigenze proprie della Stazione Appaltante.
- 1.9 Al verificarsi dell'eventualità di cui al paragrafo precedente, il Contraente Generale dovrà consegnare una nuova copia su carta del progetto esecutivo, integrata e completata secondo i contenuti della comunicazione, entro il termine che sarà assegnato nella comunicazione stessa.
- 1.10 Ulteriori copie su carta del progetto esecutivo, fino ad un massimo di 19 comprese e compensate nel presente Contratto, ed una copia su supporto magnetico dovranno essere consegnate al Contraente Generale entro 10 giorni dalla richiesta scritta dell'Alta Sorveglianza.
- 1.11 La progettazione esecutiva sarà oggetto di validazione ai sensi degli artt. 47 e 48 del DPR n° 554 del 21 Dicembre 2001: il Contraente Generale dovrà fornire assistenza e collaborazione al soggetto incaricato dalla Stazione Appaltante di svolgere tale validazione al fine di consentire i necessari controlli, prove, calcoli, ecc., durante e dopo la redazione del progetto esecutivo.

## 2. CONTENUTI RICHIESTI

- 2.1 Il progetto esecutivo dovrà possedere i contenuti previsti dalla normativa italiana e comunitaria vigente in materia di opere pubbliche, di infrastrutture strategiche e di sicurezza dei cantieri, quelli necessari per acquisire le approvazioni di pertinenza della progettazione esecutiva, quelli necessari per lo svolgimento delle gare di appalto nonché quelli necessari per la successiva cantierizzazione dei lavori.
- 2.2 Sono da intendersi compresi nell'appalto, e quindi a carico del Contraente Generale, le eventuali modifiche da apportare al progetto, gli elaborati aggiuntivi, nonché ogni altro onere, attività o prestazione che fossero richiesti dalla Stazione Appaltante o dagli Enti finalizzati all'acquisizione delle approvazioni sul progetto esecutivo.
- 2.3 L'elenco degli elaborati sarà definito, per ogni lotto, con riferimento allo "Schema di elenco elaborati per il progetto esecutivo" di seguito riportato.

- 2.4 Tutti gli elaborati del progetto esecutivo dovranno essere disponibili su supporto informatico nei formati della più recente versione di Autocad per gli elaborati grafici e di Microsoft Word ed Excel per testi e tabelle.
- 2.5 Nello sviluppo del progetto si dovrà tenere conto, inoltre, di quanto segue:
- ◇ ripartizione dell'opera in lotti funzionali, con predisposizione dei documenti necessari per appaltare distintamente i singoli lotti;
  - ◇ per i prezzi da utilizzare nella stima si dovrà fare riferimento al più recente elenco prezzi dei lavori straordinari in uso presso il competente compartimento A.N.A.S. Per eventuali lavorazioni non previste si potrà fare riferimento al più recente elenco prezzi delle manutenzioni in uso presso il competente compartimento A.N.A.S. Per le lavorazioni non presenti nei riferimenti sopradescritti si farà ricorso a specifiche analisi dei prezzi.

Per le sottonotate prestazioni del progetto esecutivo, il Contraente Generale dovrà attenersi alle seguenti indicazioni:

## **2.6 Cartografia aerofotogrammetrica e ortofotocarta**

La cartografia su cui saranno impostate le planimetrie di progetto dovrà essere numerica, vettoriale, tridimensionale, dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 300 metri e dovrà essere di precisione conforme alla scala richiesta per le planimetrie del progetto esecutivo.

L'ortofotocarta dovrà essere numerica, a colori e dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 2.000 metri.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza e della qualità dei prodotti forniti.

## **2.7 Indagini geognostiche e di laboratorio**

Le indagini geognostiche e di laboratorio dovranno essere approfondite secondo un livello di dettaglio conforme a quello della progettazione esecutiva.

Inoltre dovranno essere svolte le indagini necessarie per la corretta progettazione esecutiva delle opere per le quali siano intervenute modifiche durante la fase approvativa del progetto definitivo.

Per tale attività si farà riferimento alle "Raccomandazioni e prescrizioni per gli studi geologici e geotecnici".

Il Contraente Generale dovrà predisporre un Piano delle indagini in-sito e di quelle di laboratorio che dovrà essere consegnato all'Alta Sorveglianza con congruo anticipo rispetto all'avvio delle prove e dovrà essere modificato e/o integrato in base alle eventuali indicazioni dell'Alta Sorveglianza stesso.

L'esecuzione delle indagini sarà controllata da personale incaricato dalla Stazione Appaltante cui il Contraente Generale dovrà garantire la necessaria collaborazione.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza della campagna e della rispondenza della stessa alle specifiche norme di legge, nonché della qualità delle indagini svolte.

L'acquisizione delle autorizzazioni per l'accesso ai terreni e gli eventuali relativi oneri sono a carico del Contraente Generale.

I campioni prelevati nel corso delle indagini geognostiche dovranno essere stoccati e protetti dai fenomeni atmosferici a cura e spese del Contraente Generale presso un'area che sarà indicata dalla Stazione Appaltante.

## **2.8 Risoluzione interferenze con sottoservizi e impianti**

Le previsioni progettuali relative a sottoservizi ed impianti dovranno essere aggiornate ed approfondite secondo un livello di dettaglio conforme a quello della progettazione esecutiva.

## **2.9 Servizi relativi agli espropri ed agli aspetti patrimoniali**

Con riferimento ai punti 2.12 e 2.13 del documento "Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto definitivo", il Contraente Generale dovrà procedere agli aggiornamenti, approfondimenti ed integrazioni, anche predisponendo nuova specifica documentazione, che potranno risultare necessari per il corretto e completo svolgimento delle procedure inerenti gli aspetti patrimoniali, secondo le specifiche esigenze che saranno segnalate dalla Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale, inoltre, dovrà assicurare la disponibilità a partecipare a riunioni presso la Stazione Appaltante, a redigere periodici rapporti e relazioni e a recarsi, all'occorrenza, anche presso altre sedi per la disamina di eventuali problematiche che dovessero insorgere.

# Schema di elenco elaborati per il progetto esecutivo

## 1 PARTE GENERALE

### 1.1 Parte descrittiva

- Relazione generale
- Corografia generale
- Profilo schematico
- Cronoprogramma
- Relazione sulle prevedibili criticità della fase realizzativa

### 1.2 Parte economica

- Elenco dei prezzi unitari
- Analisi dei prezzi
- Computo metrico estimativo
- Sommario di progetto
- Quadro economico riassuntivo

### 1.3 Documenti di gara e/o contrattuali

- Schema di contratto
- Capitolato Speciale di Appalto
- Individuazione delle categorie dei lavori per l'appalto
- Lista delle lavorazioni e forniture
- Elenco delle descrizioni delle lavorazioni e delle forniture
- Elenco delle voci di prezzo più significative
- Quadro dell'incidenza percentuale della manodopera
- Stima del valore delle opere preesistenti interessate dal progetto

### 1.4 Sicurezza

- Piano di sicurezza e coordinamento
- Fascicolo informazioni
- Manuale "Norme di sicurezza per l'esecuzione di lavori in autostrada in presenza di traffico"

### 1.5 Piano di manutenzione

- Manuale d'uso
- Manuale di manutenzione
- Programma di manutenzione

## 2 STUDI E INDAGINI

### 2.1 Indagini geognostiche

- Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
- Risultati indagine geognostica
- Certificati delle prove di laboratorio
- Risultati indagine geofisica

### 2.2 Geologia, idrogeologia e geomorfologia

- Relazione geologica, idrogeologica, geomorfologica e sismica
- Carta geologica

- Carta idrogeologica
- Carta geomorfologica
- Profilo geologico

### **2.3 Geotecnica**

- Relazione geotecnica
- Profilo geotecnico longitudinale

### **2.4 Idrologia e idraulica**

- Relazione idrologica
- Relazione idraulica
- Corografia dei bacini
- Interventi di sistemazione dei corsi d'acqua interferiti

## **3 PROGETTO STRADALE**

- Corografia
- Planimetrie
- Profili longitudinali
- Sezioni trasversali tipo
- Particolari costruttivi delle sezioni tipo
- Calcoli della sovrastruttura
- Sezioni trasversali
- Planimetrie di tracciamento
- Opere di drenaggio dalla piattaforma
- Profilo longitudinale dei fossi di guardia
- Interventi di protezione dalle acque esterne
- Schede monografiche dei punti di riferimento
- Planimetrie degli svincoli
- Profilo longitudinale degli svincoli
- Sezioni trasversali degli svincoli
- Rilievi planoaltimetrici

## **4 OPERE D'ARTE MAGGIORI**

### **4.1 Ponti e viadotti**

- Relazione statica
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta fondazioni
- Pianta, sezione longitudinale e trasversale impalcato
- Carpenteria dell'impalcato: travi, traversi e solette
- Carpenteria delle pile e dei pulvini
- Carpenteria delle spalle
- Carpenteria delle fondazioni
- Opere di protezione in alveo
- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Armatura travi, traversi e soletta
- Armatura pile e pulvini
- Armatura spalle
- Armatura fondazioni
- Rendering/viste prospettiche

### **4.2 Gallerie artificiali**

- Relazione statica

- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Pianta e sezioni trasversali
- Schema delle fasi costruttive
- Particolari (giunti, tiranti, drenaggi, ecc.)
- Pianta e sezioni della zona d'imbocco
- Armatura delle sezioni correnti
- Armatura degli imbocchi
- Rendering degli imbocchi

#### **4.3 Gallerie naturali**

- Relazione statica
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia, dei sondaggi, delle sezioni tipo e degli interventi di consolidamento
- Relazione geomeccanica
- Profilo geomeccanico
- Pianta e sezioni trasversali
- Sezioni tipo: carpenteria
- Sezioni tipo: tipologia costruttiva
- Sezioni tipo: armatura
- Pianta e sezioni dei by-pass
- Carpenteria e armatura dei by-pass
- Metodologia costruttiva dei by-pass
- Pianta e sezioni delle nicchie
- Carpenteria e armatura delle nicchie
- Metodologia costruttiva delle nicchie
- Planimetria, profilo e sezioni degli imbocchi
- Carpenteria e armatura degli imbocchi
- Particolari delle opere di consolidamento agli imbocchi
- Rendering degli imbocchi

### **5 OPERE D'ARTE MINORI**

#### **5.1 Opere di sostegno tipo**

- Terrapieni verdi rinforzati: relazione statica, planimetria, sezioni e particolari
- Terre armate: relazione statica, planimetria, sezioni e particolari
- Muri in cemento armato: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari
- Paratie di pali o micropali: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari
- Diaframmi: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari

#### **5.2 Opere di attraversamento stradale**

##### **5.2.1 Cavalcavia**

- Relazione statica
- Profilo longitudinale con l'indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta impalcato e pianta fondazioni
- Carpenteria dell'impalcato: travi, traversi e solette
- Carpenteria delle pile e dei pulvini
- Carpenteria delle spalle
- Carpenteria delle fondazioni
- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Armatura travi

- Armatura traversi
- Armatura soletta
- Armatura pile e dei pulvini
- Armatura spalle
- Armatura fondazioni
- Rendering/viste prospettiche

#### **5.2.2 Sottovia**

- Relazione statica
- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali
- Armature

### **5.3 Opere di attraversamento idraulico**

#### **5.3.1. Tombino**

- Relazione statica
- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali
- Sistemazioni idrauliche a monte e a valle

#### **5.3.2. Sifone**

- come sopra

#### **5.3.3. Ponte canale**

- come sopra

## **6 OPERE STRADALI DI COMPLETAMENTO**

### **6.1 Segnaletica verticale**

- Relazione tecnica
- Relazione statica
- Planimetrie
- Disegni e particolari costruttivi

### **6.2 Segnaletica orizzontale**

- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma
- Planimetrie

### **6.3 Sicurvia**

- Relazione tecnica
- Planimetrie
- Disegni e particolari

## **7 AUTOSTAZIONI E PERTINENZE STRADALI**

### **7.1 Barriere di esazione e edifici di stazione**

- Planimetria del piazzale
- Relazione statica
- Piante vari livelli
- Sezioni
- Prospetti
- Armature - strutture portanti
- Rendering/viste prospettiche

### **7.2 Centri di manutenzione**

- come sopra



### **7.3 Aree di sosta**

- come sopra

## **8. IMPIANTI**

- Relazione tecnica
- Specificazione delle caratteristiche funzionali e qualitative dei materiali
- Calcoli dimensionali
- Corografia con apparati e linee cavi
- Planimetrie con apparati e linee cavi
- Elaborati grafici di dettaglio
- Elencazione particolareggiata dei componenti

## **9 INTERVENTI DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E AMBIENTALE**

- Relazione tecnica
- Corografia d'insieme

### **9.1 Opere per la salvaguardia dei corsi d'acqua**

- Planimetrie e particolari
- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma

### **9.2 Opere per il contenimento dell'inquinamento acustico**

- Planimetrie
- Tipologie e particolari costruttivi

### **9.3 Opere a verde**

- Planimetrie e particolari

## **10 CANTIERI CAVE E DISCARICHE**

- Relazione tecnica
- Corografia con localizzazione dei cantieri e viabilità di accesso
- Corografia con localizzazione delle cave e discariche
- Modalità esecutive e fasi di lavoro

## **11 RISOLUZIONE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI E IMPIANTI**

- Relazione tecnica
- Planimetrie con individuazione sottoservizi e impianti interferenti
- Planimetrie della risoluzione delle interferenze
- Fascicolo con i preventivi ed i benestare degli Enti proprietari o gestori
- Cronoprogramma degli spostamenti

## **12 ESPROPRI**

- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma
- Piano particellare di esproprio: planimetrie
- Piano particellare di esproprio: elenco dei proprietari
- Stima degli espropri

## **13 APPROVAZIONI ENTI**

- Fascicolo con le approvazioni acquisite sul progetto definitivo

## **14 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO**

- Brochure illustrativa
- Presentazione su supporto informatico

# Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto esecutivo

## 1. MODALITA' DI ESECUZIONE

- 1.1 Il Contraente Generale dovrà consegnare una copia su carta del progetto esecutivo entro il periodo previsto, decorrente dalla data di ricevimento di specifica comunicazione scritta della Stazione Appaltante di avvio della progettazione esecutiva.
- 1.2 Entro 10 giorni, il Contraente Generale dovrà consegnare un "Documento di pianificazione" (tipo Gantt) per la redazione del progetto esecutivo in cui saranno evidenziati:
- le principali attività da svolgere per la redazione del progetto esecutivo, con l'indicazione della relativa durata;
  - la consegna del "Piano delle indagini in sito e di laboratorio" e l'esecuzione delle stesse;
  - le date orientative per gli incontri con le interfacce interne ed esterne finalizzati ad acquisire segnalazioni ed esigenze delle medesime;
  - le date orientative per gli incontri di riesame con le interfacce interne;
  - la consegna del progetto esecutivo.
- 1.3 Il "Documento di pianificazione" sarà oggetto di controllo da parte dell'Alta Sorveglianza e dovrà essere modificato, e/o integrato dal Contraente Generale entro 5 giorni dalla data dell'eventuale specifica richiesta scritta dell'Alta Sorveglianza.
- 1.4 Il "Documento di pianificazione" dovrà essere aggiornato a cura del Contraente Generale ogni qualvolta si evidenzino scostamenti sensibili tra le previsioni del documento stesso e lo svolgimento dell'appalto.
- 1.5 La Stazione Appaltante svolgerà i controlli atti a verificare l'attuazione del "Documento di pianificazione" e, quindi, l'avanzamento dell'appalto.
- 1.6 La Stazione Appaltante, o il Contraente Generale su sua indicazione, promuoveranno e parteciperanno agli incontri con le interfacce interne.

- 1.7 Di ogni riunione il Capo Progetto dovrà curare la redazione di uno specifico Report compilato secondo lo schema che sarà fornito dall'Alta Sorveglianza.
- 1.8 La Stazione Appaltante, entro 15 giorni dalla data di consegna del progetto esecutivo, potrà rilasciare una comunicazione scritta recante eventuali richieste di integrazione e/o completamenti da apportare al progetto in vista dell'ottenimento di tutti i pareri, approvazioni, autorizzazioni e nulla osta di rito, nonché per il corretto recepimento delle esigenze degli Enti interessati e per il soddisfacimento delle esigenze proprie della Stazione Appaltante.
- 1.9 Al verificarsi dell'eventualità di cui al paragrafo precedente, il Contraente Generale dovrà consegnare una nuova copia su carta del progetto esecutivo, integrata e completata secondo i contenuti della comunicazione, entro il termine che sarà assegnato nella comunicazione stessa.
- 1.10 Ulteriori copie su carta del progetto esecutivo, fino ad un massimo di 19 comprese e compensate nel presente Contratto, ed una copia su supporto magnetico dovranno essere consegnate al Contraente Generale entro 10 giorni dalla richiesta scritta dell'Alta Sorveglianza.
- 1.11 La progettazione esecutiva sarà oggetto di validazione ai sensi degli artt. 47 e 48 del DPR n° 554 del 21 Dicembre 2001: il Contraente Generale dovrà fornire assistenza e collaborazione al soggetto incaricato dalla Stazione Appaltante di svolgere tale validazione al fine di consentire i necessari controlli, prove, calcoli, ecc.. durante e dopo la redazione del progetto esecutivo.

## 2. CONTENUTI RICHIESTI

- 2.1 Il progetto esecutivo dovrà possedere i contenuti previsti dalla normativa italiana e comunitaria vigente in materia di opere pubbliche, di infrastrutture strategiche e di sicurezza dei cantieri, quelli necessari per acquisire le approvazioni di pertinenza della progettazione esecutiva, quelli necessari per lo svolgimento delle gare di appalto nonché quelli necessari per la successiva cantierizzazione dei lavori.
- 2.2 Sono da intendersi compresi nell'appalto, e quindi a carico del Contraente Generale, le eventuali modifiche da apportare al progetto, gli elaborati aggiuntivi, nonché ogni altro onere, attività o prestazione che fossero richiesti dalla Stazione Appaltante o dagli Enti finalizzati all'acquisizione delle approvazioni sul progetto esecutivo.
- 2.3 L'elenco degli elaborati sarà definito, per ogni lotto, con riferimento allo "Schema di elenco elaborati per il progetto esecutivo" di seguito riportato.

- 2.4 Tutti gli elaborati del progetto esecutivo dovranno essere disponibili su supporto informatico nei formati della più recente versione di Autocad per gli elaborati grafici e di Microsoft Word ed Excel per testi e tabelle.
- 2.5 Nello sviluppo del progetto si dovrà tenere conto, inoltre, di quanto segue:
- ◇ ripartizione dell'opera in lotti funzionali, con predisposizione dei documenti necessari per appaltare distintamente i singoli lotti;
  - ◇ per i prezzi da utilizzare nella stima si dovrà fare riferimento al più recente elenco prezzi dei lavori straordinari in uso presso il competente compartimento A.N.A.S. Per eventuali lavorazioni non previste si potrà fare riferimento al più recente elenco prezzi delle manutenzioni in uso presso il competente compartimento A.N.A.S. Per le lavorazioni non presenti nei riferimenti sopradescritti si farà ricorso a specifiche analisi dei prezzi.

Per le sottototate prestazioni del progetto esecutivo, il Contraente Generale dovrà attenersi alle seguenti indicazioni:

## **2.6 Cartografia aerofotogrammetrica e ortofotocarta**

La cartografia su cui saranno impostate le planimetrie di progetto dovrà essere numerica, vettoriale, tridimensionale, dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 300 metri e dovrà essere di precisione conforme alla scala richiesta per le planimetrie del progetto esecutivo.

L'ortofotocarta dovrà essere numerica, a colori e dovrà coprire una fascia di larghezza complessiva non inferiore a 2.000 metri.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza e della qualità dei prodotti forniti.

## **2.7 Indagini geognostiche e di laboratorio**

Le indagini geognostiche e di laboratorio dovranno essere approfondite secondo un livello di dettaglio conforme a quello della progettazione esecutiva.

Inoltre dovranno essere svolte le indagini necessarie per la corretta progettazione esecutiva delle opere per le quali siano intervenute modifiche durante la fase approvativa del progetto definitivo.

Per tale attività si farà riferimento alle "Raccomandazioni e prescrizioni per gli studi geologici e geotecnici".

Il Contraente Generale dovrà predisporre un Piano delle indagini in-sito e di quelle di laboratorio che dovrà essere consegnato all'Alta Sorveglianza con congruo anticipo rispetto all'avvio delle prove e dovrà essere modificato e/o integrato in base alle eventuali indicazioni dell'Alta Sorveglianza stesso.

L'esecuzione delle indagini sarà controllata da personale incaricato dalla Stazione Appaltante cui il Contraente Generale dovrà garantire la necessaria collaborazione.

In ogni caso il Contraente Generale sarà responsabile della completezza della campagna e della rispondenza della stessa alle specifiche norme di legge, nonché della qualità delle indagini svolte.

L'acquisizione delle autorizzazioni per l'accesso ai terreni e gli eventuali relativi oneri sono a carico del Contraente Generale.

I campioni prelevati nel corso delle indagini geognostiche dovranno essere stoccati e protetti dai fenomeni atmosferici a cura e spese del Contraente Generale presso un'area che sarà indicata dalla Stazione Appaltante.

## **2.8 Risoluzione interferenze con sottoservizi e impianti**

Le previsioni progettuali relative a sottoservizi ed impianti dovranno essere aggiornate ed approfondite secondo un livello di dettaglio conforme a quello della progettazione esecutiva.

## **2.9 Servizi relativi agli espropri ed agli aspetti patrimoniali**

Con riferimento ai punti 2.12 e 2.13 del documento "Termini, modalità di esecuzione e contenuti del progetto definitivo", il Contraente Generale dovrà procedere agli aggiornamenti, approfondimenti ed integrazioni, anche predisponendo nuova specifica documentazione, che potranno risultare necessari per il corretto e completo svolgimento delle procedure inerenti gli aspetti patrimoniali, secondo le specifiche esigenze che saranno segnalate dalla Stazione Appaltante.

Il Contraente Generale, inoltre, dovrà assicurare la disponibilità a partecipare a riunioni presso la Stazione Appaltante, a redigere periodici rapporti e relazioni e a recarsi, all'occorrenza, anche presso altre sedi per la disamina di eventuali problematiche che dovessero insorgere.

# Schema di elenco elaborati per il progetto esecutivo

## 1 PARTE GENERALE

### 1.1 Parte descrittiva

- Relazione generale
- Corografia generale
- Profilo schematico
- Cronoprogramma
- Relazione sulle prevedibili criticità della fase realizzativi

### 1.2 Parte economica

- Elenco dei prezzi unitari
- Analisi dei prezzi
- Computo metrico estimativo
- Sommario di progetto
- Quadro economico riassuntivo

### 1.3 Documenti di gara e/o contrattuali

- Schema di contratto
- Capitolato Speciale di Appalto
- Individuazione delle categorie dei lavori per l'appalto
- Lista delle lavorazioni e forniture
- Elenco delle descrizioni delle lavorazioni e delle forniture
- Elenco delle voci di prezzo più significative
- Quadro dell'incidenza percentuale della manodopera
- Stima del valore delle opere preesistenti interessate dal progetto

### 1.4 Sicurezza

- Piano di sicurezza e coordinamento
- Fascicolo informazioni
- Manuale "Norme di sicurezza per l'esecuzione di lavori in autostrada in presenza di traffico"

### 1.5 Piano di manutenzione

- Manuale d'uso
- Manuale di manutenzione
- Programma di manutenzione

## 2 STUDI E INDAGINI

### 2.1 Indagini geognostiche

- Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche
- Risultati indagine geognostica
- Certificati delle prove di laboratorio
- Risultati indagine geofisica

### 2.2 Geologia, idrogeologia e geomorfologia

- Relazione geologica, idrogeologica, geomorfologica e sismica
- Carta geologica

- Carta idrogeologica
- Carta geomorfologica
- Profilo geologico

### **2.3 Geotecnica**

- Relazione geotecnica
- Profilo geotecnico longitudinale

### **2.4 Idrologia e idraulica**

- Relazione idrologica
- Relazione idraulica
- Corografia dei bacini
- Interventi di sistemazione dei corsi d'acqua interferiti

## **3 PROGETTO STRADALE**

- Corografia
- Planimetrie
- Profili longitudinali
- Sezioni trasversali tipo
- Particolari costruttivi delle sezioni tipo
- Calcoli della sovrastruttura
- Sezioni trasversali
- Planimetrie di tracciamento
- Opere di drenaggio dalla piattaforma
- Profilo longitudinale dei fossi di guardia
- Interventi di protezione dalle acque esterne
- Schede monografiche dei punti di riferimento
- Planimetrie degli svincoli
- Profilo longitudinale degli svincoli
- Sezioni trasversali degli svincoli
- Rilievi planoaltimetrici

## **4 OPERE D'ARTE MAGGIORI**

### **4.1 Ponti e viadotti**

- Relazione statica
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta fondazioni
- Pianta, sezione longitudinale e trasversale impalcato
- Carpenteria dell'impalcato: travi, traversi e solette
- Carpenteria delle pile e dei pulvini
- Carpenteria delle spalle
- Carpenteria delle fondazioni
- Opere di protezione in alveo
- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Armatura travi, traversi e soletta
- Armatura pile e pulvini
- Armatura spalle
- Armatura fondazioni
- Rendering/viste prospettiche

### **4.2 Gallerie artificiali**

- Relazione statica

- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia e dei sondaggi
- Pianta e sezioni trasversali
- Schema delle fasi costruttive
- Particolari (giunti, tiranti, drenaggi, ecc.)
- Pianta e sezioni della zona d'imbocco
- Armatura delle sezioni correnti
- Armatura degli imbocchi
- Rendering degli imbocchi

#### **4.3 Gallerie naturali**

- Relazione statica
- Planimetria con ubicazione dell'opera
- Profilo longitudinale con indicazione della geologia, dei sondaggi, delle sezioni tipo e degli interventi di consolidamento
- Relazione geomeccanica
- Profilo geomeccanico
- Pianta e sezioni trasversali
- Sezioni tipo: carpenteria
- Sezioni tipo: tipologia costruttiva
- Sezioni tipo: armatura
- Pianta e sezioni dei by-pass
- Carpenteria e armatura dei by-pass
- Metodologia costruttiva dei by-pass
- Pianta e sezioni delle nicchie
- Carpenteria e armatura delle nicchie
- Metodologia costruttiva delle nicchie
- Planimetria, profilo e sezioni degli imbocchi
- Carpenteria e armatura degli imbocchi
- Particolari delle opere di consolidamento agli imbocchi
- Rendering degli imbocchi

### **5 OPERE D'ARTE MINORI**

#### **5.1 Opere di sostegno tipo**

- Terrapieni verdi rinforzati: relazione statica, planimetria, sezioni e particolari
- Terre armate: relazione statica, planimetria, sezioni e particolari
- Muri in cemento armato: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari
- Paratie di pali o micropali: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari
- Diaframmi: relazione statica, planimetria, sezioni, armature e particolari

#### **5.2 Opere di attraversamento stradale**

##### **5.2.1 Cavalcavia**

- Relazione statica
- Profilo longitudinale con l'indicazione della geologia e dei sondaggi
- Prospetto, sezione longitudinale e trasversale, pianta impalcato e pianta fondazioni
- Carpenteria dell'impalcato: travi, traversi e solette
- Carpenteria delle pile e dei pulvini
- Carpenteria delle spalle
- Carpenteria delle fondazioni
- Apparecchi di appoggio, ritegni antisismici, giunti di dilatazione
- Armatura travi



- Armatura traversi
- Armatura soletta
- Armatura pile e dei pulvini
- Armatura spalle
- Armatura fondazioni
- Rendering/viste prospettiche

#### **5.2.2 Sottovia**

- Relazione statica
- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali
- Armature

### **5.3 Opere di attraversamento idraulico**

#### **5.3.1. Tombino**

- Relazione statica
- Prospetto, pianta, sezioni longitudinali e trasversali
- Sistemazioni idrauliche a monte e a valle

#### **5.3.2. Sifone**

- come sopra

#### **5.3.3. Ponte canale**

- come sopra

## **6 OPERE STRADALI DI COMPLETAMENTO**

### **6.1 Segnaletica verticale**

- Relazione tecnica
- Relazione statica
- Planimetrie
- Disegni e particolari costruttivi

### **6.2 Segnaletica orizzontale**

- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma
- Planimetrie

### **6.3 Sicurvia**

- Relazione tecnica
- Planimetrie
- Disegni e particolari

## **7 AUTOSTAZIONI E PERTINENZE STRADALI**

### **7.1 Barriere di esazione e edifici di stazione**

- Planimetria del piazzale
- Relazione statica
- Pianta vari livelli
- Sezioni
- Prospetti
- Armature - strutture portanti
- Rendering/viste prospettiche

### **7.2 Centri di manutenzione**

- come sopra

### **7.3 Aree di sosta**

- come sopra

## **8. IMPIANTI**

- Relazione tecnica
- Specificazione delle caratteristiche funzionali e qualitative dei materiali
- Calcoli dimensionali
- Corografia con apparati e linee cavi
- Planimetrie con apparati e linee cavi
- Elaborati grafici di dettaglio
- Elencazione particolareggiata dei componenti

## **9 INTERVENTI DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E AMBIENTALE**

- Relazione tecnica
- Corografia d'insieme

### **9.1 Opere per la salvaguardia dei corsi d'acqua**

- Planimetrie e particolari
- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma

### **9.2 Opere per il contenimento dell'inquinamento acustico**

- Planimetrie
- Tipologie e particolari costruttivi

### **9.3 Opere a verde**

- Planimetrie e particolari

## **10 CANTIERI CAVE E DISCARICHE**

- Relazione tecnica
- Corografia con localizzazione dei cantieri e viabilità di accesso
- Corografia con localizzazione delle cave e discariche
- Modalità esecutive e fasi di lavoro

## **11 RISOLUZIONE INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI E IMPIANTI**

- Relazione tecnica
- Planimetrie con individuazione sottoservizi e impianti interferenti
- Planimetrie della risoluzione delle interferenze
- Fascicolo con i preventivi ed i benestare degli Enti proprietari o gestori
- Cronoprogramma degli spostamenti

## **12 ESPROPRI**

- Disegni opere di controllo, trattamento e scarico acque di piattaforma
- Piano particellare di esproprio: planimetrie
- Piano particellare di esproprio: elenco dei proprietari
- Stima degli espropri

## **13 APPROVAZIONI ENTI**

- Fascicolo con le approvazioni acquisite sul progetto definitivo

## **14 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO**

- Brochure illustrativa
- Presentazione su supporto informatico

# **Procedura concernente criteri e modalità per la stesura dei programmi di esecuzione e la gestione del controllo dell'avanzamento lavori**

## **1. OGGETTO**

La presente procedura definisce i criteri da osservare per la stesura dei programmi di esecuzione, le prescrizioni e la tempistica da osservare ai fini della gestione del controllo dell'avanzamento lavori.

## **2. RIFERIMENTI**

- Norma UNI EN ISO 9001 – Sistemi di gestione qualità – rev. Dicembre 2000
- Legge 109/94
- DPR 554/99.

## **3. GENERALITA'**

Il Contraente Generale dovrà produrre:

1. il programma generale dell'affidamento ed il programma operativo di dettaglio relativamente alle seguenti attività:
  - Acquisizione delle aree di sedime
    - attività di esproprio
    - attività per la risoluzione delle interferenze (ivi compresa la redazione dei progetti relativi ed i tempi di approvazione degli stessi da parte degli enti interessati e dell' Alta Sorveglianza)
  - Attività propedeutiche alla esecuzione dei lavori (cantierizzazione, strade provvisorie ecc)
  - Attività inerenti la realizzazione delle opere oggetto dell'intervento
  - Allaccio pubblici servizi

2. Il programma operativo dovrà essere articolato in funzione dei termini utili, nonché di tutti gli altri vincoli e condizioni che derivano, per lo svolgimento dei lavori dal programma lavori contrattuale.

## **4. PROCEDURA**

### **4.1 Modalità di redazione del programma operativo di dettaglio della fase progettuale e della fase realizzativa**

Il programma operativo di dettaglio dovrà essere elaborato dal Contraente Generale, strutturato su più livelli, su un applicativo concordato con l'Alta Sorveglianza.

Il programma operativo di dettaglio della fase realizzativa dovrà essere sviluppato mediante l'applicazione delle tecniche reticolari e sarà pianificato su scala temporale giornaliera con calendario solare (7 giorni a settimana).

Il programma di dettaglio dovrà essere corredato di tutti i documenti relativi alla programmazione (descritti in seguito) e dovrà essere in accordo con il cronoprogramma contrattuale.

La verifica di congruenza tra il programma di gara ed il programma di dettaglio preparato dal Contraente Generale verrà effettuata sommarizzando il programma di dettaglio sulla base del riferimento che ciascuna attività del programma di dettaglio avrà nei confronti delle attività del cronoprogramma di gara.

Nel programma di dettaglio dovranno essere evidenziate:

- date chiave
- eventi vincolanti
- milestones contrattuali

e quant'altro sia ritenuto importante al fine di prevedere e monitorare le attività che possono avere influenza sullo svolgimento della realizzazione dell'appalto.

Ogni attività dovrà:

- essere relativa ad una sola tipologia di lavorazione, allo scopo di consentirne il monitoraggio di durata e produttività
- avere legami logici di precedenza e successione
- avere l'indicazione delle risorse necessarie a sviluppare l'attività medesima (uomini/mezzi/altro necessario).

Ogni attività – indicativamente – non dovrà avere durate superiori ai 20 giorni lavorativi.

Il programma operativo di dettaglio dovrà contenere almeno le attività riferite alle parti d'opera, opportunamente codificate, onde consentire la sommarizzazione automatica delle informazioni, date, tempi, costi, avanzamenti, ecc.

Il Contraente Generale dovrà esplicitare la programmazione di tutte le attività che concorrono al raggiungimento dell'obiettivo, sia che si tratti di attività di realizzazione che propedeutiche, sia che abbiano corrispettivo economico o meno.

In particolare il programma di dettaglio dovrà necessariamente contenere tutto il ciclo delle attività di approvvigionamento materiali che il Contraente Generale dovrà acquisire, nonché le attività di sottomissione ed approvazione a fronte di quanto previsto in contratto.

Dovranno inoltre essere incluse tutte le attività connesse alla risoluzione delle interferenze, agli espropri ed agli allacci ai pubblici servizi.

Il programma operativo di dettaglio sarà così articolato:

- **elaborati progettuali di dettaglio.** Il programma relativo dovrà tener conto dei tempi di emissione dei suddetti elaborati, che dovrà avvenire almeno 30 d prima del loro utilizzo in cantiere e dei tempi necessari all' Alta Sorveglianza per la loro vidimazione, pari a 15 d.
- **approvvigionamento materiali.** Con riferimento al dettaglio sviluppato per la realizzazione delle singole opere, si darà evidenza delle attività da svolgere e delle voci relative all'approvvigionamento mettendo in luce per i materiali forniti dal Contraente Generale le date previste per le richieste di acquisto, l'emissione degli ordini di fornitura, gli eventuali collaudi ed omologazioni e le consegne in cantiere.
- **Risoluzione interferenze**
  - **attività di competenza di enti terzi**
    - 3.1 inizio e fine dell'intervento di ciascuno dei gestori
    - 3.2 tempi presunti di forniture materiali
    - 3.3 data di collaudo per la messa in esercizio dell'interferenza
    - 3.4 riferimento agli elaborati progettuali
  - **attività su viabilità**
    - 3.5 inizio e fine della costruzione dell'opera provvisoria
    - 3.6 tempi di fornitura e montaggio in cantiere dell'opera provvisoria
    - 3.7 collaudo dell'opera provvisoria
    - 3.8 inizio e fine dell'allaccio dell'opera provvisoria alla viabilità esistente
    - 3.9 inizio e fine della costruzione dell'opera definitiva
    - 3.10 collaudo dell'opera definitiva
    - 3.11 inizio e fine dell'allaccio dell'opera definitiva alla viabilità esistente
    - 3.12 riferimento agli elaborati progettuali
  - **attività che coinvolgono il Contraente Generale**
    - 1. movimentazione dei materiali sia di costruzione, sia di scavo
    - 2. inizio e fine attività di realizzazione
    - 3. interferenze
    - 4. perditempo e rallentamenti.
- **Affidamento e sub affidamenti.** Dovranno essere programmate le attività tipiche per ciascun affidamento e sub affidamento mettendo in evidenza le date richieste per le richieste di autorizzazione, per la concessione delle autorizzazioni

l'aggiudicazione provvisoria, la trasmissione del contratto all' Alta Sorveglianza, l'ottenimento del nulla osta dell'Alta Sorveglianza e per l'inizio dei relativi lavori.

- **Realizzazione.** Il programma operativo dovrà contenere almeno le attività riferite alla parte d'opera. Inoltre dovranno essere evidenziate ed opportunamente codificate le attività di dettaglio con soggezioni all'esercizio dell'autostrada, le attività per adeguamento di interferenze con servizi di enti pubblici e privati e le attività relative ai collaudi statici, le attività di carattere generale propedeutiche (cantierizzazione, viabilità provvisoria ecc) e quelle successive (ripristini ecc) alla realizzazione delle singole opere, nonché gli adempimenti connessi all'acquisizione delle aree.

Il programma operativo dovrà evidenziare per attività almeno le seguenti informazioni:

- codice identificativo strutturato secondo la procedura di codifica di cui al paragrafo 4
- descrizione dell'attività/parte d'opera
- codice WBS
- calendario di riferimento in giorni naturali consecutivi
- durata
- unità di misura
- quantità di riferimento
- predecessori, successori, legami logici, durata dei legami
- scorrimento ammesso
- date previste di inizio e fine
- date imposte
- peso calcolato sulla base del valore economico della parte di opera
- peso relativo calcolato sulla base delle ore dirette stimate per ogni parte d'opera

Il programma operativo dovrà essere accompagnato dalle curve ad S tipiche dell'avanzamento fisico ed economico su base mensile.

Tali curve saranno così costituite:

- a. curve di produzione, ottenuta valorizzando in termini economici per ogni attività le produzioni mensili di cui il Contraente Generale prevede l'esecuzione secondo la WBS contrattuale;
- b. curva economica, ottenuta attribuendo alle attività gli importi mensili relativi alle sole parti d'opera contabilizzabili secondo quanto previsto nelle modalità di pagamento. L'elaborazione del programma operativo dovrà essere effettuata con un software in grado di sviluppare la programmazione mediante reticoli logici con metodo CPM.

Il programma operativo dovrà consentire sia l'analisi dei tempi di esecuzione con individuazione dei percorsi critici e degli scorrimenti di ogni attività, che l'analisi delle quantità con l'individuazione dei carichi di lavoro, la determinazione delle ore uomo, le previsioni di impegno dei principali mezzi d'opera ecc.

I percorsi critici di cui sopra dovranno essere numerati, analizzati ed adeguatamente esplicitati dal Contraente Generale secondo le indicazioni dell' Alta Sorveglianza.

Il programma operativo dovrà permettere il confronto automatico del lavoro prodotto rispetto a quello previsto.

A tal fine il Contraente Generale dovrà fornire l'organigramma del personale indiretto previsto nel tempo per tutta la durata dell'appalto.

Pertanto, unitamente al programma di dettaglio operativo e limitatamente alle attività di costruzione, dovrà fornire l'istogramma/curva di mano d'opera ed attrezzature distribuite nel tempo congruentemente con lo svolgimento delle attività di realizzazione.

Dovrà fornire istogrammi con valori mensili estesi per tutta la durata dell'appalto e curve cumulative che ne scaturiscono, con allegate le stesse informazioni in forma gabbellare, nonché su supporto informatico.

## 4.2 Criteri e modalità di gestione del controllo dell'avanzamento dei lavori

Limitatamente alle attività di realizzazione, il Contraente Generale dovrà fornire su base **mensile**, la previsione delle quantità da eseguire nel mese successivo per le principali lavorazioni e parti d'opera, il piano di impegno dei mezzi principali distribuiti nel tempo congruentemente con lo svolgimento delle attività di realizzazione, nonché la quantità delle risorse più significative suddivise per specializzazioni relativamente all'intero progetto.

Qualora la Direzione Lavori, durante l'esecuzione dei lavori, riscontrasse carenze di attrezzature, mezzi e mano d'opera rispetto alle previsioni suddette che possano negativamente sul programma, la Direzione dei Lavori lo segnalerà all'Alta Sorveglianza per l'emissione del relativo ordine di servizio cui il Contraente Generale è tenuto a dare tempestivo riscontro.

Qualora le suddette carenze perdurassero, producendo ritardo, queste saranno considerate cause del ritardo stesso da imputare al Contraente Generale.

Il controllo dell'avanzamento effettivo dei lavori sarà effettuato mensilmente per confronto con quelli programmati e definiti nel programma operativo approvato, utilizzando sia l'analisi dei tempi che segnala le eventuali criticità, sia l'analisi delle quantità che rileva in percentuale gli scostamenti tra le quantità programmate e quelle realizzate.

Per misurare l'avanzamento mensile il Contraente Generale implementerà, secondo le indicazioni dell'Alta Sorveglianza, un data base per la rilevazione delle quantità eseguite e per il calcolo dell'avanzamento fisico, della produzione e dell'avanzamento economico.

Il Contraente Generale emetterà con **cadenza mensile**, il rapporto di avanzamento costruzione aggiornato in base all'avanzamento dei lavori, secondo le modalità indicate dalla Direzione dei Lavori, entro i 10 d successivi del mese di riferimento.

**Giornalmente** il Contraente Generale metterà a disposizione della Direzione Lavori un rapporto sottoscritto dal Direttore di Cantiere, delle presenze del personale dello stesso Contraente Generale, degli Affidatari e dei sub Affidatari presenti in

cantiere suddiviso per qualifiche, nonché dei mezzi d'opera suddivisi per tipologia e potenza. Lo stesso rapporto dovrà riportare le principali attività svolte nella giornata.

Inoltre il Contraente Generale, durante l'esecuzione dei lavori, almeno 10 giorni prima dell'inizio previsto per ciascuna opera, renderà disponibile in cantiere all'Alta Sorveglianza il programma di dettaglio congruente con il programma operativo ufficiale.

**Ogni trimestre** sarà effettuato un contraddittorio tra Direttore dei Lavori, Alta Sorveglianza e per confrontare l'avanzamento dei lavori con il cronoprogramma approvato. In tale occasione, ai fini del rispetto del programma, oltre alla verifica dei dati fisici di avanzamento, si procederà al confronto tra produzione effettuata e produzione prevista.

Il Contraente Generale è tenuto a presentare, nel termine massimo di 15 d dalla data di **verifica trimestrale**, la nuova previsione con l'indicazione degli incrementi operativi, di attrezzature, mezzi d'opera e turni di manodopera necessari per conseguire il recupero del ritardo nel periodo successivo al fine di rispettare i termini utili contrattuale e ad indicare la nuova programmazione temporale mensile dell'avanzamento fisico, della produzione e dell'avanzamento economico.

In occasione della verifica trimestrale il Contraente Generale è tenuto a presentare al Coordinatore per la Sicurezza in fase di esecuzione le proprie proposte di modifiche o integrazioni al Piano della Sicurezza conseguenti alla suddetta riorganizzazione, ai sensi della L. 494/96.

## 5. CODIFICA DELLE ATTIVITA'

Il codice identificativo dovrà essere un codice alfanumerico composto da 10 caratteri al massimo e dovrà essere strutturato come segue:

Xx	Xx	xyxyxyx	x	x	x	x	x	x	x
X	x	x							X
Cod. appalto		Cod. macro-attività		Codifica x codice opera/tipologia/parte d'opera					

## 6. SOFTWARE E SUPPORTI INFORMATICI

Il Contraente Generale dovrà implementare la programmazione di dettaglio con un software di pianificazione indicato dall'Alta Sorveglianza.

Il software deve essere in grado di sviluppare la programmazione, dotando ogni singola attività elementare di tutti gli attributi richiesti nella presente procedura.

Tale software dovrà consentire "immediato ed automatico trasferimento dei dati dell'appalto nel data-base della Stazione Appaltante senza alcuna manipolazione e/o ulteriore elaborazione da parte della Stazione Appaltante.



# **Procedura concernente criteri e modalità di funzionamento della Direzione dei Lavori**

## **1. REQUISITI DELL'ORGANICO COSTITUENTI L'UFFICIO DI DIREZIONE LAVORI**

### **1.1 Dimensionamento minimo della struttura di Direzione lavori**

Il Contraente Generale, in relazione all'entità dell'affidamento ed alla conseguente opportunità di affidare l'esecuzione delle attività contrattuali a diversi Affidatari, tenuto conto delle tipologie d'opera da realizzare, dovrà dimensionare l'ufficio di Direzione Lavori prevedendo al minimo la seguente struttura:

- 1 Direttore dei Lavori, con il compito di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se abilitato
- 1 Direttore Operativo con il compito di coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione; qualora il Direttore lavori non svolga tale compito
- 4 Direttori Operativi

Inoltre, per ciascun lotto esecutivo, e comunque ogni 100 milioni di Euro di lavori

- 1 Ispettore di Cantiere

### **1.2 Requisiti tecnici minimi dei componenti dell'ufficio di Direzione lavori**

Requisiti del Direttore dei Lavori come da bando.

Requisiti dei Direttori Operativi come da bando.

Requisiti degli Ispettori di Cantiere

- diploma di scuola media superiore in discipline tecniche (geometra o perito industriale)
- esperienza in qualità di assistente di cantiere (direttore operativo o ispettore) in almeno 2 appalti di opere similari, ciascuno di importo almeno pari a 5 milioni di euro.

### **1.3 Prescrizioni da rispettare nel presidio delle attività**

Il Direttore dei Lavori, con obbligo di presenza continua in almeno un turno, dovrà essere reperibile a tempo pieno per tutta la durata dei lavori.

Il Direttore dei Lavori, oltre al rispetto della trasmissione tempestiva della documentazione di Legge, si obbliga a mettere a disposizione dell'Alta Sorveglianza, in tempo reale, copia di tutta la documentazione prodotta nei confronti del Contraente Generale avente rilevanza contrattuale sia sotto forma cartacea che informatizzata.

Il Direttore dei Lavori dovrà presenziare all'effettuazione dei collaudi parziali e finali dei lotti funzionali e dell'intera tratta.

I Direttori Operativi dovranno essere reperibili a tempo pieno per tutta la durata dei lavori, garantendo la propria presenza in relazione alle specifiche esigenze che si manifesteranno nel corso dell'esecuzione.

Gli Ispettori di Cantiere dovranno garantire la presenza a tempo pieno, costante e continua per ogni turno lavorativo.

Il Direttore Lavori ed i suoi assistenti, aventi i requisiti sopra indicati, dovranno essere designati dal Contraente Generale ed ottenere il preventivo gradimento della Stazione Appaltante, tramite l'Alta Sorveglianza, senza che ciò comporti, sotto alcun profilo, un qualsiasi coinvolgimento della Stazione Appaltante nelle responsabilità del Contraente Generale e/o del Direttore dei lavori.

### **1.4 Prescrizioni per la tenuta della documentazione tecnico amministrativa**

La conservazione in archivio della documentazione prodotta dalla Direzione Lavori è ad intero carico della Direzione Lavori medesima.

In particolare la documentazione amministrativo contabile dovrà essere tenuta e messa disposizione dell'Alta Sorveglianza, sotto forma cartacea ed in copia "rasterizzata" e comprenderà i seguenti documenti amministrativo contabili per l'accertamento dei lavori e somministrazioni in appalto:

- giornale dei lavori
- libretti di misura
- liste settimanali

(tali documenti dovranno essere tenuti dalla Direzione lavori separatamente per ciascun affidatario/tratta)

- i disegni di Direzione Lavori;
- certificati delle prove sui materiali e sui manufatti

Il Registro di Contabilità dovrà essere unico per l'intero affidamento al Contraente Generale.

## **1.5 Requisiti connessi alla logistica**

Il Contraente Generale dovrà mettere a disposizione dell'Alta Sorveglianza almeno un ufficio per ogni lotto, adeguatamente attrezzato come prescritto nel Capitolato Speciale.

Identica sistemazione logistica dovrà essere prevista dal Contraente Generale per la Direzione lavori che opererà in cantiere.

L'archivio cartaceo della DL sarà tenuto dalla stessa perfettamente aggiornato e dovrà essere fisicamente locato nell'ufficio di DL destinato al Direttore dei Lavori.

L'archivio su supporto informatico dovrà essere alimentato alla sede centrale del Contraente Generale in progress ed in tempo reale giorno per giorno da apposito addetto dell'ufficio di DL.

## **2. PIANI DI SICUREZZA**

Ai sensi dell'art.31 della L 109/94 e degli articoli relativi del DPR 554/99 il Contraente Generale deve in particolare nominare, alla data della consegna dei lavori o delle attività propedeutiche ai lavori di cui al comma precedente, oltre al Direttore Tecnico, i Direttori dei Cantieri afferenti i lotti affidati in esecuzione agli appaltatori, che saranno responsabili della sicurezza in fase di esecuzione.

Ai sensi dell'art. 127 del DPR 554/99 le funzioni del Coordinatore per l'esecuzione previste dalla vigente normativa sulla sicurezza dei cantieri sono svolte dal Direttore dei lavori.

Nell'eventualità che il Direttore dei lavori sia sprovvisto dei requisiti previsti dalla normativa stessa, lo stesso Direttore dei lavori proporrà alla Stazione Appaltante il Direttore Operativo avente i requisiti necessari per l'esercizio delle funzioni di coordinatore per l'esecuzione, e lo staff di supporto al medesimo Direttore Operativo.

In caso di incidenti sul lavoro il Contraente Generale dovrà darne informazione immediata al Direttore dei Lavori, al Coordinatore della sicurezza - ed all'Alta Sorveglianza.

# **Procedura concernente criteri e modalità per la predisposizione degli elaborati espropriativi**

## **1. OGGETTO**

La presente procedura definisce le modalità di redazione degli elaborati espropriativi che il Contraente Generale è tenuto ad eseguire e le modalità di corresponsione degli oneri sostenuti per il pagamento delle indennità espropriative medesime.

## **2. GENERALITA'**

Il Contraente Generale darà corso alle procedure di esproprio in nome e per conto dell'Appaltante in conformità al Testo Unico D.P.R. 8/07/2001 n. 327 e s.m.i. ed al Protocollo d'intesa sottoscritto fra il Committente e le Associazioni di categoria in data 6/10/2003.

## **3. PROCEDURA**

### **3.1 Modalità di redazione degli elaborati espropriativi**

#### **CRITERI PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI ESPROPRIATIVI**

Gli elaborati da redigere sono:

- E.1 PIANO DI ESPROPRIO – Piano particellare grafico – Planimetria catastale;
- E.2 PIANO DI ESPROPRIO – Piano particellare grafico – Elenco ditte;
- E.3 PIANO DI ESPROPRIO – Relazione giustificativa delle indennità di esproprio.

#### **E.1 PIANO DI ESPROPRIO – Piano particellare grafico – Planimetria catastale**

Il piano particellare grafico sarà redatto sulla base di:

- ◇ individuazione ed acquisizione dei fogli catastali ricadenti nell'area oggetto di progettazione presso l'Agenzia del Territorio di competenza;
- ◇ verifica degli stessi ed eventuale aggiornamento ed integrazione dei recenti inserimenti in mappa relativi all'accatastamento di nuovi beni o mutamenti di diritti (es.: tipi mappali, tipi di frazionamento o Mod. 26) o ancora, se non accatastati,

l'inserimento, con idonea tecnica catastale, di beni (fabbricati, accessori e loro pertinenze) che dovessero risultare in sede di sopralluogo;

- ◊ verifica dell'inserimento in mappa del tratto stradale esistente ed eventuale aggiornamento dei fogli;
- ◊ acquisizione dei fogli in formato raster o georeferenziazione in coordinate catastali;
- ◊ ubicazione e vettorializzazione del massimo ingombro del tracciato di progetto comprensivo di occupazione definitiva, occupazione temporanea, asservimenti, aree di cantiere, stradine

PROG_FIN	Progressiva finale espressa in m (laddove presente)	Numerico intero	
ID PROGETTO	Fornito dall'Ente	Carattere	50

#### MODALITA' DI ACQUISIZIONE

- I tratti di confine tra 2 poligoni dovranno coincidere perfettamente, non si potrà verificare che poligoni dello stesso tema siano tra loro sovrapposti, né che esistano spazi vuoti se non previsti dalla cartografia originale.
- Dovrà essere verificato che gli elementi di classe geometrica poligono siano effettivamente poligoni chiusi e non degeneri, controllando che il primo e l'ultimo punto della spezzata che individua un poligono abbiano coordinate coincidenti e che non esistano poligoni con valore di superficie inferiore a zero (poligoni che non individuano una regione in un piano).
- Non sono ammessi poligoni privi o parzialmente mancanti delle informazioni richieste.

#### E.2 PIANO DI ESPROPRIO - Piano particellare descrittivo - Elenco Ditte

Sulla base cartografica, redatta così come indicato al paragrafo precedente, sono state individuate le particelle da espropriare, si procederà quindi secondo quanto di seguito riportato:

- visure presso l'Agenzia del Territorio al fine di ottenere tutti i riferimenti catastali ed in particolare: comune, foglio, particella, ditta intestataria catastale, qualità e classe del terreno nonché reddito dominicale ed agrario;
- sopralluoghi per determinare la consistenza degli immobili da occupare;
- determinazione delle indennità, secondo le norme vigenti in materia di "Espropriazioni per causa di pubblica utilità" e quant'altro indicato dall'Appaltante, effettuando apposite stime per i fabbricati e per le aree edificabili;
- formazione del piano particellare grafico, piano particellare descrittivo e calcolo delle indennità secondo gli schemi forniti dall'Appaltante.

#### E.3 PIANO DI ESPROPRIO – Relazione giustificativa delle indennità di esproprio

- relazione giustificativa delle indennità di esproprio con allegate le eventuali stime dei singoli fabbricati (complete di computi ed elaborati grafici di restituzione del rilievo diretto, documentazione fotografica in formato digitale, eventuali planimetrie, Modd. BN, Mod. 26, ecc. del Catasto, e comunque tutto ciò che il Professionista ritenga utile al fine di una corretta individuazione e descrizione degli immobili) nonché delle aree edificabili secondo le norme vigenti in materia;

- gli elaborati saranno così redatti

ELABORATO	CARTACEO	INFORMATICO	FORMATO	NOME FILE
Foglio catastale Scala 1:2000/4000	Formato A0	CD ROM	Vettoriale Autocad u.v.  Raster TIFF-TFW	Nomecomune_numero.dwg Nomecomune_numero.tif  Nomecomune_numero.tfw
PIANO PARTICELLARE GRAFICO Planimetria catastale Scala 1:2000	Formato A1-A0	CD ROM	Autocad u.v.  ESRI  shapefile nei 3 sistemi di coordinate	Ppg_pd01_XX.dwg  Ppg_pd01_XX_PA.shp  Per le particelle PPg_pd01_XX_ED.shp Per gli edifici Ppg_pd01_XX_IN.shp Per l'ingombro stradale
- PIANO PARTICELLARE DESCRITTIVO - Elenco ditte	Formato A2	CD ROM	Microsoft Excel u.v.	Ppd_pd.xls
Relazione giustificativa delle indennità di esproprio	Formato A4	CD ROM	Microsoft Word u.v.	Rgie_pd.doc

#### DA INSERIRE NELLA DESCRIZIONE TABELLA XLS

Il campo CODICE, da utilizzare per il collegamento agli strati informativi delle particelle e degli edifici realizzati in formato SHAPEFILE, sarà costituito dal concatenamento delle informazioni relative a:

- codice catastale del comune
- Numero foglio
- Numero particella

separate da una barra ( | ) come nel campo CODICE di tali strati.

### 3.2 Modalità di redazione degli elaborati espropriativi

Alla corresponsione delle indennità di espropriazione provvederà il Contraente Generale che sarà rimborsato dall' Alta Sorveglianza all'atto dell'emissione dei certificati di pagamento che verranno redatti dalla Direzione lavori per stati di avanzamento, previa presentazione di:

- Atti di liquidazione, corredati dalle relative quietanze e documenti comprovanti i diritti della ditta che riceve;
- Eventuali polizza di deposito delle somme alla Cassa DDPP
- attestazioni di pagamento delle somme anticipate per importi e tributi presso Uffici Pubblici.

Tali atti dovranno essere opportunamente visti per approvazione dal Direttore dei lavori e da questi inoltrati all'Alta Sorveglianza per l'emissione dei certificati di pagamento relativi.

# **Capitolato generale per l'esecuzione delle attività e dei lavori**

## **ART. 1 CONTENUTO DEL CAPITOLATO GENERALE**

1. Il presente capitolato generale, in prosieguo denominato capitolato, contiene la disciplina dei rapporti tra la Stazione Appaltante ed il Contraente Generale, per tale intendendosi altresì la società di progetto di cui all'art. 9,10. comma, del D. Lgs. 20 agosto 2002 n. 190.
2. Ai fini del presente capitolato per regolamento si intende il regolamento di cui all'art. 3 della legge 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni, approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999 n. 554, nei limiti in cui esso è applicabile.
3. Ai fini del presente capitolato, per appaltatori si intendono i terzi affidatari di lavori del Contraente generale.
4. Il responsabile dell'ufficio di Alta Sorveglianza istituito dalla Stazione Appaltante assolve le funzioni del responsabile del procedimento.

## **ART. 2 DOMICILIO DEL CONTRAENTE GENERALE**

1. Il Contraente Generale deve avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di Alta Sorveglianza, ove non abbia in tale luogo uffici propri, deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali, o lo studio di un professionista, o gli uffici di società legalmente riconosciuta.
2. Tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto di affidamento al Contraente Generale sono fatte dal direttore dei lavori o dall'Alta Sorveglianza, ciascuno relativamente agli atti di propria competenza, a mani proprie del legale rappresentante del Contraente Generale ovvero di colui che lo rappresenta nella condotta delle attività oppure devono essere effettuate presso il domicilio eletto ai sensi del comma 1.



### **ART. 3 INDICAZIONE DELLE PERSONE CHE POSSONO RISCUOTERE**

1. Il contratto di affidamento al Contraente Generale deve indicare:
  - a) il luogo e l'ufficio dove saranno effettuati i pagamenti, e le relative modalità, secondo le norme che regolano la contabilità della Stazione Appaltante;
  - b) la persona o le persone autorizzate dal Contraente Generale a riscuotere, ricevere e quietanzare le somme ricevute in conto o saldo anche per effetto di eventuali cessioni di credito preventivamente riconosciute dalla Stazione Appaltante; gli atti da cui risulti tale designazione sono allegati al contratto.
2. La cessazione o la decadenza dall'incarico delle persone autorizzate a riscuotere e quietanzare deve essere tempestivamente notificata alla Stazione Appaltante.
3. In caso di cessione del corrispettivo di affidamento al Contraente Generale successiva alla stipula del contratto, il relativo atto deve indicare con precisione le generalità del cessionario ed il luogo del pagamento delle somme cedute.
4. In difetto delle indicazioni previste dai commi precedenti, nessuna responsabilità può attribuirsi alla Stazione Appaltante per pagamenti a persone non autorizzate dal Contraente Generale a riscuotere.

### **ART. 4 CONDOTTA DELLE ATTIVITÀ DA PARTE DEL CONTRAENTE GENERALE**

1. Il Contraente Generale deve conferire mandato con rappresentanza al Direttore Tecnico, fornito dei requisiti d'idoneità tecnici e morali, per l'esercizio delle attività necessarie per la esecuzione delle attività a norma del contratto. Il Contraente Generale rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.
2. Il mandato deve essere conferito per atto pubblico ed essere depositato presso la Stazione Appaltante, che provvede a darne comunicazione all'ufficio di Alta Sorveglianza ed all'ufficio di direzione dei lavori.
3. Il rappresentante del Contraente Generale deve, per tutta la durata dell'affidamento, garantire la presenza sul luogo dei lavori.
4. Quando ricorrono gravi e giustificati motivi la Stazione Appaltante, previa motivata comunicazione al Contraente Generale, ha diritto di esigere il cambiamento immediato del suo rappresentante, senza che per ciò spetti alcuna indennità al Contraente Generale o al suo rappresentante.

## **ART. 5 SPESE DI CONTRATTO, DI REGISTRO ED ACCESSORIE**

1. Sono a carico del Contraente Generale le spese di contratto e tutti gli oneri connessi alla sua stipulazione compresi quelli tributari.
2. Se al termine dei lavori il valore del contratto risulta maggiore di quello originariamente previsto è obbligo del Contraente Generale provvedere all'assolvimento dell'onere tributario mediante pagamento delle maggiori imposte dovute sulla differenza. Il pagamento della rata di saldo e lo svincolo dell'ammontare residuo della cauzione, di cui all'art. 30 della legge n. 109/94 e successive modifiche ed integrazioni, da parte della Stazione Appaltante sono subordinati alla dimostrazione dell'eseguito versamento delle maggiori imposte.
3. Se al contrario al termine dei lavori il valore del contratto risulti minore di quello originariamente previsto, la Stazione Appaltante rilascia apposita dichiarazione ai fini del rimborso secondo le vigenti disposizioni fiscali delle maggiori imposte eventualmente pagate.

## **ART. 6 RICONOSCIMENTI A FAVORE DEL CONTRAENTE GENERALE IN CASO DI RITARDATO ORDINE DI INIZIO DELLE ATTIVITÀ**

1. L'ordine di inizio delle attività affidate al Contraente Generale deve essere disposto come da lettera di invito.
2. Qualora l'ordine di inizio delle attività venga disposto in ritardo per fatto o colpa della Stazione Appaltante, il Contraente Generale può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso da parte della Stazione Appaltante, il Contraente Generale ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché delle altre spese effettivamente sostenute e documentate in misura comunque non superiore alle seguenti percentuali, calcolate sull'importo netto dell'affidamento: 1,00 per cento per la parte dell'importo fino a € 250.000; 0,50 per cento per la eccedenza fino a € 1.500.000; 0,20 per cento per la parte eccedente gli € 1.500.000;
3. Ove l'istanza del Contraente Generale non sia accolta e si proceda tardivamente all'ordine di inizio delle attività, il Contraente Generale ha diritto al risarcimento dei danni dipendenti dal ritardo, in misura pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva disposizione dell'ordine di inizio delle attività; a questi soli fini, la produzione media giornaliera è determinata suddividendo l'importo totale dell'affidamento offerto dal Contraente Generale per il numero dei giorni naturali e consecutivi indicati dal Contraente Generale in sede di offerta quale tempo utile per l'ultimazione della realizzazione dell'intera opera.
4. Oltre alle somme espressamente previste nei commi 2 e 3 nessun altro compenso o indennizzo spetta al Contraente Generale.
5. La richiesta di pagamento degli importi spettanti a norma del comma 2, debitamente quantificata, deve essere inoltrata a pena di decadenza entro sessanta giorni dalla data

di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza di recesso; la richiesta di pagamento degli importi spettanti a norma del comma 3 deve essere formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscriverne in calce all'ordine di inizio delle attività e da confermare, debitamente quantificata, nel registro di contabilità con le modalità di cui all'art. 165 del regolamento.

## **ART. 7 PAGAMENTO DEI DIPENDENTI DEL CONTRAENTE GENERALE**

1. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente del Contraente Generale ovvero dei suoi appaltatori, il Contraente Generale è invitato per iscritto dall'Alta Sorveglianza a provvedervi o a far provvedere entro i successivi quindici giorni. Ove egli non provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta entro il termine sopra assegnato, la Stazione Appaltante può pagare anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate detraendo il relativo importo dalle somme dovute al Contraente Generale in esecuzione del contratto.
2. I pagamenti di cui al comma 1 fatti dalla Stazione Appaltante sono provati dalle quietanze predisposte a cura dell'Alta Sorveglianza e sottoscritte dagli interessati.
3. Nel caso di formale contestazione delle richieste da parte del Contraente Generale, l'Alta Sorveglianza provvede all'inoltro delle richieste e delle contestazioni all'ufficio provinciale del lavoro e della massima occupazione per i necessari accertamenti.

## **ART. 8 ACCETTAZIONE, QUALITA' ED IMPIEGO DEI MATERIALI**

1. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni degli atti progettuali ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 137 del regolamento.
2. L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso il Contraente Generale deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.
3. Ove il Contraente Generale non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la Stazione Appaltante può provvedervi direttamente a spese del Contraente Generale, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

4. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte del Contraente Generale, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.
5. Il Contraente Generale che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.
6. Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.
7. Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dagli atti contrattuali, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.
8. La Direzione dei Lavori, l'Alta Sorveglianza e l'Organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dagli atti contrattuali ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico del Contraente Generale.

## **ART. 9 PROVVISATA DEI MATERIALI**

1. Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, il Contraente Generale è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione dei lavori, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.
2. Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti al Contraente Generale dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.
3. A richiesta della Stazione Appaltante il Contraente Generale deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità contrattualmente poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

## **ART. 10 SOSTITUZIONE DEI LUOGHI DI PROVENIENZA DEI MATERIALI PREVISTI IN CONTRATTO**

1. Qualora gli atti contrattuali prevedano il luogo di provenienza dei materiali, il direttore dei lavori, previa autorizzazione dell'Alta Sorveglianza, può prescriverne uno diverso ove ricorrano ragioni di necessità o convenienza.
2. Qualora i luoghi di provenienza dei materiali siano indicati negli atti contrattuali, il Contraente Generale non può cambiarli senza l'autorizzazione scritta del direttore dei lavori, che riporti l'espressa approvazione dell'Alta Sorveglianza. In tal caso si applica l'art. 16, comma 2.

## **ART. 11 DIFETTI DI COSTRUZIONE**

1. Il Contraente Generale deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il direttore dei lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze.
2. Se il Contraente Generale contesta l'ordine del direttore dei lavori, la decisione è rimessa all'Alta Sorveglianza; qualora il Contraente Generale non ottemperi all'ordine ricevuto, si procede di ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto.
3. Qualora il direttore dei lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con il Contraente Generale. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico del Contraente Generale. In caso contrario il Contraente Generale ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

## **ART. 12 VERIFICHE NEL CORSO DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

1. I controlli e le verifiche eseguite dalla Stazione Appaltante nel corso dell'affidamento non escludono la responsabilità del Contraente Generale per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia del Contraente Generale stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo al Contraente Generale, né alcuna preclusione in capo alla Stazione Appaltante.

## ART. 13 COMPENSI AL CONTRAENTE GENERALE PER DANNI CAGIONATI DA FORZA MAGGIORE

1. Qualora si verificano danni ai lavori da forza maggiore, questi devono essere denunciati alla direzione lavori, a pena di decadenza, entro il termine di 5 giorni da quello del verificarsi del danno.
2. L'indennizzo per i danni è limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione, valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto, con esclusione dei danni e delle perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, di attrezzature di cantiere e di mezzi d'opera.
3. Nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso di colpa del Contraente Generale o delle persone delle quali esso è tenuto a rispondere.
4. Il Contraente Generale non può sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti.
5. I danni prodotti da piene ai lavori di difesa di corsi d'acqua, quando non siano stati ancora iscritti a libretto, sono valutati in base alla misurazione provvisoria fatta dagli assistenti di cantiere. Mancando la misurazione, il Contraente Generale può dare la dimostrazione dei lavori eseguiti con idonei mezzi di prova, ad eccezione di quella testimoniale.

## ART. 14 TEMPO PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

1. Il Contraente Generale deve ultimare i lavori nel termine stabilito dagli atti contrattuali, decorrente dalla data dell'ordine di inizio delle attività.
2. L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dal Contraente Generale comunicata per iscritto al direttore dei lavori, il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.
3. Il Contraente Generale non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla Stazione Appaltante, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.
4. Nel caso di risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 119 del regolamento, ai fini dell'applicazione delle penali il periodo di ritardo è determinato sommando il ritardo accumulato dal Contraente Generale rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dal direttore dei lavori per compiere i lavori.
5. Ove insorgano, per cause imprevedibili o di forza maggiore, circostanze che impediscano parzialmente il regolare svolgimento delle attività o dei lavori, il Contraente Generale è tenuto a proseguire le parti di attività o di lavori eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale delle attività o dei lavori non eseguibili in conseguenza dei detti impedimenti, dandone atto in apposito verbale. Tale sospensione parziale determina il differimento dei termini contrattuali pari ad un numero di giorni determinato dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra ammontare dei lavori non eseguiti per effetto

della sospensione parziale e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il programma esecutivo dei lavori.

## **ART. 15 SOSPENSIONE ILLEGITTIMA**

1. Le sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dalla Stazione Appaltante per cause diverse da quelle stabilite dall'art. 24 sono considerate illegittime e danno diritto al Contraente Generale ad ottenere il riconoscimento dei danni prodotti.
2. Ai sensi dell'art. 1382 del codice civile, il danno derivante da sospensione illegittimamente disposta è quantificato secondo i seguenti criteri:
  - a) detratte dal prezzo globale nella misura intera, le spese generali infruttifere sono determinate nella misura del 6,5%, rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;
  - b) la lesione dell'utile è riconosciuta coincidente con la ritardata percezione dell'utile di impresa, nella misura pari agli interessi moratori come fissati dall'art. 3D, comma 4, computati sulla percentuale del 5,0%, rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;
  - c) il mancato ammortamento e le retribuzioni inutilmente corrisposte sono riferiti rispettivamente ai macchinari esistenti in cantiere e alla consistenza della mano d'opera accertati dal direttore dei lavori, unitamente all'Alta Sorveglianza, ai sensi dell'art. 133, comma 5, del regolamento;
  - d) la determinazione dell'ammortamento avviene sulla base dei coefficienti annui fissati dalle vigenti norme fiscali.
3. Al di fuori delle voci elencate al comma 2 sono ammesse a risarcimento ulteriori voci di danno solo se documentate e strettamente connesse alla sospensione dei lavori.

## **ART. 16 PROROGHE**

1. Il Contraente Generale che per cause a lui non imputabili non sia in grado di ultimare i lavori nel termine fissato può richiederne la proroga.
2. La richiesta di proroga deve essere formulata con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine contrattuale tenendo conto del tempo previsto dal comma 3. In ogni caso la sua concessione non pregiudica i diritti spettanti al Contraente Generale per l'eventuale imputabilità della maggiore durata a fatto della Stazione Appaltante.
3. La risposta in merito all'istanza di proroga è resa dall'Alta Sorveglianza, sentito il direttore dei lavori, entro trenta giorni dal suo ricevimento.

## ART. 17 DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI

1. Il Contraente Generale può ordinare ai propri dipendenti o consentire che i propri appaltatori ordinino ai loro dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, ove consentito dagli accordi sindacali di lavoro, dandone preventiva comunicazione al direttore dei lavori. Il direttore dei lavori può vietare l'esercizio di tali facoltà qualora ricorrano motivati impedimenti di ordine tecnico o organizzativo. In ogni caso il Contraente Generale non ha diritto ad alcun compenso oltre i prezzi contrattuali.
2. Salvo l'osservanza delle norme relative alla disciplina del lavoro, se il direttore dei lavori ravvisa la necessità che i lavori siano continuati ininterrottamente o siano eseguiti in condizioni eccezionali, su autorizzazione dell'Alta Sorveglianza ne dà ordine scritto al Contraente Generale, il quale è obbligato ad uniformarvisi ed a farvi uniformare i propri appaltatori, salvo il diritto al ristoro del maggior onere.

## ART. 18 TERMINI DI PAGAMENTO DEGLI ACCONTI E DEL SALDO

1. Il termine per l'emissione dei certificati di pagamento relativi agli acconti del corrispettivo contrattuale è di quarantacinque giorni a decorrere dalla maturazione di ogni stato di avanzamento dei lavori a norma dell'art. 168 del regolamento. Nel termine dei quarantacinque giorni, sopraccitati, è compresa la redazione e la trasmissione del SAL da parte della direzione lavori, entro e non oltre i primi quindici giorni, e la emissione del certificato da parte dell'Alta Sorveglianza, entro i successivi trenta giorni. Nel caso di ritardi in merito alla redazione e trasmissione del SAL da parte della direzione lavori resta fissato il termine, pari a trenta giorni a decorrere dalla data di emissione del certificato stesso, per disporre il pagamento degli importi dovuti in base al certificato, da parte dell'Alta Sorveglianza; ovviamente, senza possibilità di richiesta di maggiori compensi da parte del Contraente generale.
2. Il termine di pagamento della rata di saldo e di svincolo della garanzia fidejussoria, per l'ammontare residuo di cui all'art. 30 della legge n. 109/94 e successive modifiche ed integrazioni, è di novanta giorni dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ai sensi dell'art. 28, comma 9, della legge medesima. Nel caso il Contraente Generale non abbia preventivamente presentato garanzia fidejussoria, il termine di novanta giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa.

## ART. 19 INTERESSI PER RITARDATO PAGAMENTO

1. Qualora il certificato di pagamento delle rate di acconto non sia emesso entro il termine stabilito dal precedente art. 29 per causa imputabile alla Stazione Appaltante spettano al Contraente Generale gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute, fino alla data di emissione di detto certificato. Qualora il ritardo nella emissione del certificato di pagamento superi i sessanta giorni, dal giorno successivo sono dovuti gli interessi moratori.



2. Qualora il pagamento della rata di saldo non intervenga nel termine stabilito dal precedente art. 29 per causa imputabile alla Stazione Appaltante, sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute; sono dovuti gli interessi moratori qualora il ritardo superi i sessanta giorni dal termine stesso.
3. Il saggio degli interessi di mora previsti dai commi 1 e 2 è fissato ogni anno con decreto del Ministro dei lavori pubblici di concerto con il Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica. Tale misura è comprensiva del maggior danno ai sensi dell'art. 1224, secondo comma, del codice civile.

## **ART. 20 FORMA E CONTENUTO DELLE RISERVE**

1. Il Contraente Generale è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.
2. Le riserve devono essere iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'affidamento idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio del Contraente Generale. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve devono essere iscritte anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.
3. Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che il Contraente Generale ritiene gli siano dovute; qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della riserva, il Contraente Generale ha l'onere di provvedervi, sempre a pena di decadenza, entro il termine di quindici giorni fissato dall'art. 165, comma 3, del regolamento.
4. La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

## **ART. 21 DEFINIZIONE DELLE RISERVE**

1. Per la definizione delle riserve del Contraente Generale si applica l'art. 31-bis, commi da 1 ad 1-ter, della legge 11 febbraio 1994 n. 109, introdotti dall'art. 7, 1° comma, lett. u), della legge 1° agosto 2002 n. 166, con la precisazione che il richiamo all'art. 32 di tale legge contenuto nel comma 1 del medesimo art. 31-bis deve intendersi riferito all'art. 12 del D.Lgs. 20 agosto 2002 n. 190.
2. Qualora siano decorsi i termini previsti dall'art. 28 della legge sopra richiamata senza che la Stazione Appaltante abbia effettuato il collaudo, il Contraente Generale può chiedere che siano comunque definite le proprie riserve e richieste notificando apposita istanza. La Stazione Appaltante deve in tal caso pronunziarsi entro i successivi novanta giorni.

3. Il pagamento delle somme dal medesimo eventualmente riconosciute dalla Stazione Appaltante deve avvenire entro sessanta giorni decorrenti dalla accettazione da parte del Contraente Generale dell'importo offerto. In caso di ritardato pagamento decorrono gli interessi al tasso legale.
4. Le domande che fanno valere in via ordinaria o arbitrale pretese già oggetto di riserva ai sensi dell'art. 31 non possono essere proposte per importi maggiori rispetto a quelli quantificati nelle riserve stesse.

## **ART. 22 TEMPO DEL GIUDIZIO**

1. Il Contraente Generale che intenda far valere le proprie pretese nel giudizio ordinario o arbitrale deve proporre la domanda entro il termine di decadenza di sessanta giorni, decorrente dal ricevimento della comunicazione con cui la Stazione Appaltante si pronuncia sulla proposta di accordo bonario ovvero sulla definizione delle riserve.
2. Salvo diverso accordo delle parti, e qualora la domanda non abbia ad oggetto questioni la cui definizione non è differibile nel tempo, la controversia arbitrale non può svolgersi prima che sia decorso il termine di 90 giorni dal ricevimento del certificato di collaudo da parte dell'Alta Sorveglianza di cui all'art. 31-bis, comma 1, ultimo periodo, della legge 11 febbraio 1994 n. 109, come modificato dall'art. 7, 1 c comma, lett: u), della legge 1 c agosto 2002 n. 166.
3. Se nel corso dell'appalto sono state proposte più domande di arbitrato in relazione a diverse procedure di accordo bonario, queste sono decise in un unico giudizio ai sensi del comma 2.

## **ART. 23 CONTROVERSIE**

1. Tutte le controversie, di qualsiasi natura e specie, che dovessero insorgere tra la Stazione Appaltante e il Contraente Generale in relazione all'affidamento, saranno devolute ad un arbitrato rituale di diritto da svolgersi secondo le disposizioni del codice di procedura civile e dell'art. 12 del D.Lgs. 190/2002.
2. Per la costituzione del collegio arbitrale si seguiranno le modalità previste dall'art. 12 del D.Lgs. 190/2002.

## **ART. 24 PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI**

1. Fatta eccezione per diritti che spettano allo Stato a termini di legge, appartiene alla Stazione Appaltante la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia, compresi i relativi frammenti, che si dovessero reperire nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. Il Contraente Generale ha diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il diligente recupero.
2. Il reperimento di cose di interesse artistico, storico o archeologico deve essere immediatamente comunicato alla Stazione Appaltante. Il Contraente Generale non può demolire o comunque alterare i reperti, né può rimuoverli senza autorizzazione della Stazione Appaltante.

## **ART. 25 PROPRIETÀ DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE**

1. I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante.
2. Il Contraente Generale deve trasportarli e regolarmente accatastarli nel luogo stabilito negli atti contrattuali, intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.
3. Qualora gli atti contrattuali prevedano la cessione di detti materiali al Contraente Generale, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

## **ART. 26 COLLAUDO**

1. Il decorso del termine fissato dalla legge per il compimento delle operazioni di collaudo, ferme restando le responsabilità eventualmente accertate a carico del Contraente Generale dal collaudo stesso, determina l'estinzione di diritto delle garanzie, fidejussorie prestate ai sensi dell'art. 30, comma 2, della legge n. 109/94 e successive modifiche ed integrazioni e dell'art. 101 del regolamento.
2. Oltre a quanto disposto dall'art. 193 del regolamento, sono ad esclusivo carico del Contraente Generale le spese di visita del personale della Stazione Appaltante per accertare la intervenuta eliminazione delle mancanze riscontrate dall'organo di collaudo ovvero per le ulteriori operazioni di collaudo rese necessarie dai difetti o dalle stesse mancanze. Tali spese sono prelevate dalla rata di saldo da pagare al Contraente Generale.

# Norme del Regolamento n. 554/1999 applicabili alle attività affidate al Contraente Generale

## 1. DISPOSIZIONI

Ai sensi dell'art. 15, 4° comma, del D.Lgs. 20 agosto 2002 n. 190, alla esecuzione delle attività affidate al Contraente Generale si applicano, con le eventuali avvertenze specificate per le singole norme o gruppi di norme, le seguenti disposizioni del Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109 e successive modificazioni, approvato con D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554.

NOTA: Nel testo delle disposizioni di seguito elencate si intendono sostituite, salva diversa specifica avvertenza, le espressioni:

- "appaltatore", "impresa" ed "esecutore dei lavori" con: "Contraente Generale";
- "appalto" con: "affidamento a Contraente Generale";
- "responsabile del procedimento" con "Alta Sorveglianza".

Articolo 1 - Ambito di applicazione e calcolo degli importi

**Avvertenza:** si applica limitatamente ai commi 4° e 5°

Articolo 2 - Definizioni

Articolo 7 - Il responsabile del procedimento per la realizzazione di lavori pubblici

Articolo 8 - Funzioni e compiti del responsabile del procedimento

Articolo 9 - Pubblicità degli atti della conferenza dei servizi

Articolo 10 - Accesso agli atti

**Avvertenza per gli articoli di seguito elencati, da 15 a 44 inclusi:** si applicano alle attività progettuali di competenza del contraente generale ai sensi degli atti contrattuali.

Articolo 15 - Disposizioni preliminari (in materia di progettazione)

Articolo 16 - Norme tecniche (in materia di progettazione)

Articolo 17 - Quadri economici (in materia di progettazione)

Articolo 25 - Documenti componenti il progetto definitivo

Articolo 26 - Relazione descrittiva del progetto definitivo

Articolo 27 - Relazioni geologica, geotecnica, idrologica e idraulica del progetto definitivo

- Articolo 28 - Relazioni tecniche e specialistiche del progetto definitivo
- Articolo 29 - Studio di impatto ambientale e studio di fattibilità ambientale
- Articolo 30 - Elaborati grafici del progetto definitivo
- Articolo 31 - Calcoli preliminari delle strutture e degli impianti
- Articolo 32 - Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici del progetto definitivo
- Articolo 33 - Piano particellare di esproprio
- Articolo 34 - Stima sommaria dell'intervento e delle espropriazioni del progetto definitivo
- Articolo 35 - Documenti componenti il progetto esecutivo
- Avvertenza:** esclusa la lett. m): "schema di contratto e capitolato speciale d'appalto"
- Articolo 36 - Relazione generale del progetto esecutivo
- Articolo 37 - Relazioni specialistiche
- Articolo 38 - Elaborati grafici del progetto esecutivo
- Articolo 39 - Calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti
- Articolo 40 - Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- Articolo 41 - Piano di sicurezza e di coordinamento
- Articolo 42 - Cronoprogramma
- Avvertenza:** escluso il 2° comma. Il cronoprogramma è presentato dal Contraente Generale unitamente all'offerta
- Articolo 43 - Elenco dei prezzi unitari
- Articolo 44 - Computo metrico-estimativo definitivo e quadro economico
- Articolo 47 - Validazione del progetto
- Articolo 48 - Modalità delle verifiche e della validazione
- Articolo 71 - Disposizioni preliminari
- Avvertenza:** limitatamente al 2° comma
- Avvertenza per gli articoli 72, 73 e 74:** si applicano agli affidamenti di lavori da parte del Contraente Generale, ai soli fini della qualificazione dei terzi affidatari
- Articolo 72 - Categorie di opere generali e specializzate – strutture, impianti e opere speciali
- Articolo 74 - Criteri di affidamento delle opere generali e delle opere specializzate non eseguite direttamente
- Avvertenza per ali articoli da 93 a 97 inclusi:** si applicano ai terzi affidatari di lavori del Contraente Generale
- Articolo 93 - Riunione di Imprese
- Articolo 94 - Fallimento dell'impresa mandataria o di un'impresa mandante

- Articolo 95 - Requisiti dell'impresa singola e di quelle riunite
- Articolo 96 - Società tra imprese riunite
- Articolo 97 - Consorzi stabili di imprese
- Articolo 100- Cauzione provvisoria
- Articolo 101- Cauzione definitiva
- Articolo 102- Fideiussione a garanzia dell'anticipazione e fideiussione a garanzia dei saldi
- Avvertenza: limitatamente al 3° comma**
- Articolo 103- Polizza di assicurazione per danni di esecuzione e responsabilità civile verso terzi
- Articolo 104- Polizza di assicurazione indennitaria decennale
- Articolo 107- Requisiti dei fideiussori
- Articolo 108- Garanzie di concorrenti riuniti
- Articolo 109- Stipulazione ed approvazione del contratto
- Articolo 110- Documenti facenti parte integrante del contratto
- Articolo 111- Contenuto dei capitolati e dei contratti
- Articolo 112- Spese di contratto, di registro ed accessorie a carico dell'appaltatore
- Articolo 114- Pagamenti in acconto
- Articolo 115- Cessione del corrispettivo d'appalto
- Avvertenza: integrato dal disposto dell'art. 9, 11° comma del D.Lgs. 20 agosto 2002 n. 190**
- Articolo 116- Ritardato pagamento
- Articolo 117- Penali
- Articolo 118- Risoluzione dei contratti per reati accertati
- Articolo 119- Risoluzione del contratto per grave adempimento, grave irregolarità e grave ritardo
- Articolo 121- Provvedimenti in seguito alla risoluzione dei contratti
- Articolo 122- Recesso dal contratto e valutazione del decimo
- Articolo 123- Ufficio della direzione dei lavori
- Avvertenza: limitatamente al 2° comma**
- Articolo 124- Direttore dei lavori
- Articolo 125- Direttori operativi
- Articolo 126- Ispettori di cantiere
- Articolo 127- Sicurezza nei cantieri
- Articolo 128- Ordini di servizio
- Articolo 133- Sospensione e ripresa dei lavori

Articolo 134- Variazioni ed addizioni al progetto approvato

Articolo 135- Diminuzione dei lavori

Articolo 136- Determinazione ed approvazione dei nuovi prezzi non contemplati nel contratto

**Avvertenza:** la lettera a) del comma 1 si intende sostituita con:

"a) desumendoli dagli elenchi dei prezzi unitari offerti in sede di gara"

Articolo 137- Contestazioni tra la stazione appaltante e l'appaltatore

Articolo 138- Sinistri alle persone e danni alle proprietà

Articolo 139- Danni

Articolo 141- Subappalto

**Avvertenza:** ai sensi dell'art. 9, 7° comma del D.Lgs. 20 agosto 2002 n. 190, si applica ai terzi affidatari di lavori del Contraente Generale

Articolo 149- Accordo bonario

**Avvertenza:** limitatamente ai commi 5° e 6°. Il procedimento è regolato dall'art. 31-bis, commi da 1ad 1-ter, della Legge 11 febbraio 1994 n. 109, introdotti dall'art. 7, 1° comma, lett. u), della Legge 1° agosto 2002 n. 166

Articolo 152- Fondi a disposizione delle stazioni appaltanti

Articolo 153- Lavori in economia contemplati nel contratto

Articolo 155- Accertamento e registrazione dei lavori

Articolo 156- Elenco dei documenti amministrativi e contabili

Articolo 157- Giornale dei lavori

Articolo 161- Lavori e somministrazioni su fatture

Articolo 162- Note settimanali delle somministrazioni

Articolo 163- Forma del registro di contabilità

Articolo 164- Annotazioni delle partite di lavorazioni nel registro di contabilità

Articolo 165- Eccezioni e riserve dell'appaltatore sul registro di contabilità

Articolo 166- Titoli speciali di spesa

Articolo 167- Sommario del registro

Articolo 168- Stato di avanzamento lavori

Articolo 169- Certificato per pagamento di rate

Articolo 170- Contabilizzazione separate di lavori

Articolo 171- Lavori annuali estesi a più esercizi

Articolo 172- Certificato di ultimazione dei lavori

Articolo 173- Conto finale dei lavori

Articolo 174- Reclami dell'appaltatore sul conto finale

- Articolo 175- Relazione del responsabile del procedimento sul conto finale
- Articolo 183- Numerazione delle pagine di giornali, libretti e registri e relativa bollatura
- Articolo 184- Iscrizione di annotazioni di misurazione
- Articolo 185- Operazioni in contraddittorio dell'appaltatore
- Articolo 186- Firma dei soggetti incaricati
- Articolo 187- Oggetto del collaudo
- Avvertenza: escluso il 3° comma. Il collaudo sarà effettuato in corso d'opera**
- Articolo 188- Nomina del collaudatore
- Articolo 189- Avviso ai creditori
- Articolo 190- Ulteriori documenti da fornirsi al collaudatore
- Articolo 191- Determinazione del giorno di visita e relativi avvisi
- Articolo 192- Estensione delle verificazioni di collaudo
- Articolo 193- Oneri dell'appaltatore nelle operazioni di collaudo
- Articolo 194- Processo verbale di visita
- Articolo 195- Relazioni
- Articolo 196- Discordanza fra la contabilità e l'esecuzione
- Articolo 197- Difetti e mancanze nell'esecuzione
- Articolo 198- Eccedenza su quanto è stato autorizzato ed approvato
- Articolo 199- Certificato di collaudo
- Articolo 200- Verbali di accertamento ai fini della presa in consegna anticipata
- Articolo 201- Obblighi per determinati risultati
- Articolo 202- Lavori non collaudabili
- Articolo 203- Domande dell'appaltatore al certificato di collaudo
- Articolo 204- Ulteriori provvedimenti amministrativi
- Articolo 206- Commissioni collaudatrici
- Articolo 207- Collaudo dei lavori di particolare complessità tecnica o di grande rilevanza economica
- Articolo 209- Approvazione degli atti di collaudo
- Articolo 210- Compenso spettante ai collaudatori
- Articolo 231- Abrogazione di norme



# Procedura concernente criteri e modalità per la risoluzione delle interferenze

## 1. OGGETTO

La presente procedura definisce le modalità operative che il Contraente Generale è tenuto ad osservare nella risoluzione delle interferenze individuate nel progetto ed approvate dalla Stazione Appaltante e le modalità di corresponsione degli oneri sostenuti per il pagamento delle opere connesse alla eliminazione della interferenza.

## 2. GENERALITA'

Il quadro economico del progetto definitivo prevede esplicitamente il compenso dovuto agli Enti gestori.

Il Contraente Generale darà corso alla risoluzione delle interferenze in nome e per conto della Stazione Appaltante, a fronte di esplicito mandato.

## 3. PROCEDURA

Il Contraente Generale dovrà:

- a. Individuare gli Enti Gestori e/o le Amministrazioni competenti;
- b. Accertare la pre-esistenza o meno di convenzioni o l'esigenza di stipulare nuove convenzioni;
- c. Acquisire gli elaborati progettuali da questi redatti contenenti le prescrizioni tecniche e la valutazione economica o redigere la progettazione esecutiva relativa, corredata della valutazione economica;

- d. Ricepire le indicazioni programmatiche inerenti tempi e modi degli spostamenti e/o degli attraversamenti forniti dagli Enti gestori, rendendole coerenti con il programma temporale di esecuzione dell'opera affidata;
- e. Dare corso alle attività sopra specificate e, ottenuta l'approvazione della Stazione Appaltante, dare corso agli spostamenti concordati.

In caso di presunta incompatibilità dei programmi esecutivi degli Enti gestori con i programmi operativi contrattuali, il Contraente Generale dovrà segnalare le eventuali proposte di modifica dei piani esecutivi all'Alta Sorveglianza e acquistarne l'approvazione, formulare le proposte di modifica per accettazione all'Ente gestore competente.

In ogni caso non potranno essere accettate ipotesi di pianificazione temporale dell'esecuzione dell'opera che presuppongano la disattenzione dei vincoli temporali proposti dagli Enti gestori.

Il Contraente Generale dovrà conseguentemente:

- Predisporre e mettere a disposizione le aree di cantiere richieste dagli Enti gestori ed evidenziate negli elaborati progettuali allegati al progetto a base di gara;
- Permettere l'accesso del personale e dei materiali e dei mezzi che l'Ente gestore indicherà alla Direzione dei Lavori, e questa comunicherà all'Alta Sorveglianza.

#### **4. MODALITÀ DI CORRESPONSIONE**

Alla corresponsione delle indennità per la risoluzione delle interferenze provvederà il Contraente Generale che sarà rimborsato per stati di avanzamento.

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

## **Elenco Prezzi**

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

Articolo di Elenco	INDICAZIONE DELLE PRESTAZIONI	Unità di misura	PREZZO LIRE - EURO	Data Aggiorn.
	<p>I lavori vengono valutati a corpo. Il computo metrico-estimativo viene redatto applicando alle quantità delle lavorazioni i prezzi unitari del presente elenco</p> <p>=====</p> <p>A - MOVIMENTI DI MATERIE A.1 - SCAVI A.2 - RILEVATI A.3 - DEMOLIZIONI</p> <p>B - OPERE D'ARTE B.1 - SCAVI DI FONDAZIONE, POZZI E DIAFRAMMI B.2 - FONDAZIONI CON PALI E CONSOLIDAMENTI B.3 - MURATURE E CONGLOMERATI CEMENTIZI B.4 - CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE B.5 - ACCIAI E STRUTTURE IN ACCIAIO B.6 - OPERE DI RIVESTIMENTO E PROTEZIONE B.7 - INIEZIONI, APPOGGI, GIUNTI E FINITURE B.8 - MANUFATTI PREFABBRICATI</p> <p>C - LAVORI IN SOTTERRANEO C.1 - SCAVI E DEMOLIZIONI C.2 - MURATURE E CONGLOMERATI C.3 - INTERVENTI CONSERVATIVI E VARIE</p> <p>D - SOVRASTRUTTURE E PAVIMENTAZIONI</p> <p>E - OPERE VARIE E DI COMPLETAMENTO E.1 - DRENAGGI, BONIFICHE E CONSOLIDAMENTI E.2 - LAVORAZIONI SU MANUFATTI ESISTENTI E.3 - SCOGLIERE, CANALETTE ED EMBRICI E.4 - BARRIERE, RETI E PARAMASSI</p> <p>F - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE, MURI ED OPERE IN VERDE</p> <p>-----</p> <p>N.B. AMMORTAMENTI =====</p> <p>Le incidenze unitarie relative agli ammortamenti, vengono calcolate con la seguente formula:</p> $(1+T)^A \cdot T / ((1+T)^A - 1) / K$ <p>dove: T = Tasso di interesse A = Anni previsti per l'ammortamento K = impiego annuale previsto</p> <p>SPESE GENERALI ED UTILI IMPRESA :</p> <p>-----</p> <p>Vengono applicati solo sui lavori finiti</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

LAVORI FINITI =====				
A.1 - MOVIMENTI DI MATERIE - SCAVI E RILEVATI -----				
A.1.01	<p><b>SBANCAMENTO IN MATERIE DI QUALSIASI NATURA</b> Scavo di sbancamento, anche a campioni di qualsiasi lunghezza, a mano o con mezzi meccanici, in materie di qualunque natura e consistenza salvo quelle definite dai prezzi particolari dell'Elenco, asciutte o bagnate, compresi i muri a secco od in malta di scarsa consistenza, compreso le rocce tenere da piccone, ed i trovanti anche di roccia dura inferiori a mc 1,00 ed anche in presenza d'acqua eseguito: per apertura della sede stradale e relativo cassonetto; la bonifica del piano di posa dei rilevati oltre la profondità di 20 cm; l'apertura di gallerie in artificiale; la formazione o l'approfondimento di cunette, fossi e canali; l'impianto di opere d'arte; la regolarizzazione o l'approfondimento di alvei in magra; escluso l'onere di sistemazione a gradoni delle scarpate per ammorsamento di nuovi rilevati; compreso l'onere della riduzione del materiale dei trovanti di dimensione inferiore ad 1 mc alla pezzatura di cm 30 per consentirne il reimpiego a rilevato; compresi il carico, il trasporto che deve intendersi a qualsiasi distanza per i materiali da reimpiegare nell'ambito del Lotto di contratto e fino alla distanza di 5 km misurati per il percorso stradale piu' breve dal punto piu' vicino al cantiere per quelli a rifiuto od a deposito; lo scarico su aree da procurare a cura e spese dell'impresa, compresi pure la regolarizzazione delle scarpate stradali in trincea, il taglio di alberi e cespugli e l'estirpazione di ceppaie nonche' il preventivo accatastamento dell'humus in luoghi di deposito per il successivo riutilizzo a ricoprimento di superfici a verde; compreso l'esaurimento di acqua a mezzo di canali fugadori o cunette od opere simili entro la fascia di 100 m dal luogo di scavo ed ogni altro onere o magistero.</p>	Metro cubo	5710 2.95	17.07.2001
A.1.02	<p><b>SBANCAMENTO IN ROCCIA DURA DA MINA</b> Scavo di sbancamento in roccia dura da mina di qualsiasi natura od in trovanti di cubatura superiore a mc 1,00 con tutti gli oneri e le prescrizioni di cui al n precedente, eseguito con le modalita' scelte dall'impresa in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate nel rispetto della sezione di scavo da raggiungere e delle prescrizioni di contratto; compreso l'onere della riduzione del materiale alle dimensioni di riutilizzo; compresi tutti gli altri oneri descritti alla voce precedente.</p>	Metro cubo	18'850 9.74	17.07.2001
A.1.03	<p><b>SBANCAMENTO IN ROCCIA LAPIDEA CON MICROCARICHE</b> Scavo di sbancamento in roccia lapidea, come dalla voce precedente e con gli stessi oneri, ma con la prescrizione da parte della D.L. con OdS, di limitare l'uso di esplosivo ed uso di microcariche onde salvaguardare edifici, manufatti od interventi conservativi di presostegno o preconsolidamento, cosi' da ottenere velocita' di vibrazione allo scoppio non superiori a 50 mm/sec alla distanza alla quale si trovano gli edifici od i manufatti o gli interventi da salvaguardare.</p>	Metro cubo	33'100 17.09	17.07.2001
A.1.04	<p><b>SBANCAMENTO IN ROCCIA CON DEMOLITORE MECCANICO (MARTELLONE)</b> Scavo di sbancamento in roccia dura ma senza uso di mine onde salvaguardare, su Ordine di Servizio della D.L., edifici,</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	manufatti, opere di consolidamento o presidio, presenti nei pressi, con uso di mezzi di demolizione meccanica costituiti dal tipo di attrezzatura che la impresa riterrà opportuno adoperare (martelloni, demolitore a barre, demolizione a mano ecc.) purché non si abbiano velocità di vibrazione superiori a 25 mm nel luogo ove sono siti i predetti manufatti da salvaguardare; con gli oneri e prescrizioni di cui alla voce precedente sullo scavo in roccia.	Metro cubo	24'700 12.76	17.07.2001
A.1.05	<b>SBANCAMENTO IN ROCCIA DURA SENZA MINE CON DISGREGANTI</b> Scavo di sbancamento in roccia dura da mina in presenza di manufatti per i quali si debbano evitare assolutamente vibrazioni di scavo di qualunque entità, pertanto con solo uso di disgreganti chimici tipo Bristar, che siano atti ad eliminare completamente ogni scossa ed ogni velocità di vibrazione; con gli oneri e prescrizioni di cui allo scavo di sbancamento in roccia.	Metro cubo	147'200 76.02	17.07.2001
A.1.08	<b>SGOMBERO MATERIALI FRANATI CON TRASPORTO A DISCARICA</b> Sgombero di materiali franati di qualsiasi natura e forma con trasporto a rifiuto su aree reperite dall'impresa, fino a 5 km. circa fino a 5 km.	Metro cubo	3'570 1.84	17.07.2001
A.1.09	<b>SVUOTAMENTO DI VANI DI MANUFATTI GIÀ ESEGUITI A FORO CIECO</b> Scavo di sbancamento in materiale di qualsiasi natura, esclusa la roccia da mina, per lo svuotamento di vani di manufatti già eseguiti a foro cieco (galleria artificiale) con le speciali attenzioni da applicare onde evitare danneggiamenti alle strutture di contenimento del cavo e compreso ogni onere previsto per lo scavo di sbancamento.	Metro cubo	14'850 7.67	17.07.2001
A.1.10	<b>SOVRAPREZZO PER TRASPORTO A DISCARICA OLTRE 5 KM</b> Sovraprezzo per trasporto a discarica oltre i 5 km dal punto più vicino del cantiere con autocarro, per ogni mc e km. Misurato per il solo viaggio di andata.	Metro cubo	320 0.165	17.07.2001
	<b>A.2 - RILEVATI E DRENAGGI</b>			
A.2.01/a	<b>PREPARAZIONE PIANO DI POSA DEI RILEVATI CON MATERIALI DA CAVA</b> Piano di posa dei rilevati con materiali provenienti da cava, come da voce d'elenco.	Metro quadro	4'830 2.49	17.07.2001
A.2.01/b	<b>PREP. DEL PIANO DI POSA RILEVATI CON MATERIALI DA SCAVI A1/A3</b> Piano di posa dei rilevati con materiali idonei provenienti dagli scavi: A1, A2, A2-5, A3, come da voce d'elenco.	Metro	1'570	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

A.2.01/c	<p><b>PREP. PIANO DI POSA RILEV. SENZA SOSTITUZIONE TERRENI (A1 - A3)</b> Preparazione con compattazione del piano di posa per appoggio di rilevati, anche stradali, su strati superficiali di terreno tipo A1, A2-4, A2-5, A3 per i quali non e' necessario sostituire lo strato superficiale, compreso eventuale materiale di conguaglio.</p>	quadro	0.81	
A.2.01/d	<p><b>PREPAR.PIANO DI POSA CON COMPATTAZ./CORREZIONE TERRE A4 - A2/7</b> Preparazione di piano di posa per fondazioni, anche stradali, da effettuarsi direttamente su strati di terreno A4, A5, A2-6, A2-7, senza asportazione o sostituzione, ma con eventuale correzione dei materiali in sito per una profondita' di cm 20 con terreni aridi da pagare a parte.</p>	Metro quadro	1'310	17.07.2001
A.2.01/e	<p><b>PREPARAZIONE PIANO DI POSA SCARPATE PER AMMORS. NUOVI RILEVATI</b> Scavo di preparazione del piano di posa di nuovi rilevati su scarpate esistenti attraverso la gradonatura profonda delle scarpate con scavo di sbancamento in materie di qualsiasi natura e consistenza come da voce relativa di elenco, gradonatura da estendere per uno spessore medio non inferiore a m 0,80; compreso l'onere della creazione dei gradoni ad inclinazione verso l'interno del rilevato, a spigoli netti, di profondita' massima non inferiore a m 1,30 e minima non inferiore a m 0,30, compreso ogni onere elencato per gli scavi di sbancamento; compresa la fornitura e posa di materiale da cava di tipo idoneo per la formazione di rilevato stradale, la sua stesa e compattazione ed ogni altro onere. Misurato a superficie effettiva della scarpata lungo il piano inclinato.</p>	Metro quadro	2'570	17.07.2001
A.2.02	<p><b>COMPATTAZIONE DEL PIANO DI POSA NEI TRATTI IN TRINCEA</b> Compattamento del piano di posa nei tratti in trincea, come da voce d'elenco.</p>	Metro quadro	21'050	17.07.2001
a	<p><b>SU TERRENI APPARTENENTI AI GRUPPI A.1, A.2-4, A.2-5, A.3</b></p>	Metro quadro	210	17.07.2001
b	<p><b>SU TERRENI APPARTENENTI AI GRUPPI A.4, A.2-6, A.2-7, A.5</b></p>	Metro quadro	0.108	17.07.2001
A.2.03	<p><b>FORNITURA MATERIALI PER RILEVATI DA CAVE CON DISTANZA &lt; 5 KM</b> Fornitura in cantiere di materiali per la formazione di rilevati provenienti da cave di prestito, appartenenti ai gruppi A.1a, A.2-4, A.2-5, A.3; compresa la cavatura, l'indennita' di cava, il carico, il trasporto e lo scarico del materiale e tutti gli altri oneri indicati nelle norme tecniche. Il trasporto deve intendersi fino alla distanza di 5 km misurati sul percorso stradale, sia su piste di cantiere che su strade pubbliche di qualunque tracciato plano-altimetrico, dalla cava dal punto medio del cantiere inteso come baricentro dei rilevati.</p>	Metro cubo	2'570	17.07.2001
a	<p><b>PER LA FORMAZIONE DEI RILEVATI</b></p>	Metro cubo	1.33	17.07.2001
			10.64	

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b</b>	<b>PER RIEMPIMENTO DI CAVI OVVERO PER PRECARICHE</b>	Metro cubo	9'740 5.03	17.07.2001
<b>A.2.04</b>		<b>FORNITURA DI TERRENO VEGETALE PER RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE</b> Fornitura e stesa di terreno vegetale per aiuolazione verde e per rivestimento scarpate in trincea, proveniente sia da depositi di proprietà dell'amministrazione che direttamente fornito dall'impresa, a qualsiasi distanza e miscelato con sostanze concimanti, pronto per la stesa anche in scarpata, sistemazione e semina da compensare con la voce di elenco sulla sistemazione in rilevato senza compattamento. Il terreno vegetale potrà provenire dagli scavi di scoticamento, qualora non sia stato possibile il diretto trasferimento dallo scavo al sito di collocazione definitiva.			
	<b>a</b>	<b>FORNITO DALL'IMPRESA</b>	Metro cubo	46'150 23.83	17.07.2001
	<b>b</b>	<b>DA DEPOSITI DELL'AMMINISTRAZIONE</b>	Metro cubo	3'890 2.01	17.07.2001
<b>A.2.05</b>		<b>SOVRAPPREZZO PER TRASPORTO MATERIE DA CAVE DISTANTI OLTRE 5 KM</b> Si applica al mc per i km eccedenti i 5 dal punto più vicino del cantiere. Misurato per il solo viaggio di andata.	Metro cubo	320 0.165	17.07.2001
<b>A.2.06/a</b>		<b>SISTEMAZIONE IN RILEVATO GRUPPI A1, A2-4, A2-5, A3</b> Sistemazione in rilevato od in riempimento di materiali idonei come da voce di elenco ecc. - a) appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, ovvero di frantumati di roccia o smarino di galleria.	Metro cubo	2'170 1.12	17.07.2001
<b>A.2.06/b</b>		<b>SISTEMAZIONE IN RILEVATO GRUPPI A2-6, A2-7</b> b) per materiali appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7. Come da voce di elenco.	Metro cubo	2'890 1.49	17.07.2001
<b>A.2.07</b>		<b>SISTEMAZIONE IN RILEVATO OD A RIEMPIMENTO SENZA COMPATTAMENTO</b> Sistemazione a rilevato o riempimento di cavi od a precarica di rilevati, senza compattamento meccanico di materiali di ogni categoria, esclusi solo quelli appartenenti ai gruppi A.7 ed A.8, sia provenienti dalle cave di prestito che dagli scavi, deposti in strati di densità uniforme, compreso gli oneri eventuali di allontanamento od accantonamento del materiale inidoneo (elementi oltre dimensione, terreno ed elementi vegetali ecc.) ed ogni altro onere.			
	<b>a</b>	<b>SOLO STESA IN STRATI</b>	Metro cubo	1'230 0.64	17.07.2001
	<b>b</b>	<b>COMPRESA CONFIGURAZIONE DELLE SCARPATE E PROFILATURA DEI CIGLI</b>	Metro cubo	1'550 0.80	17.07.2001
<b>A.2.08</b>		<b>MATERIALI ARIDI CON FUNZIONE ANTICAPILLARE O FILTRO</b> Fornitura e posa in opera al di sotto dei rilevati o della sovrastruttura, di materiali aventi funzione di filtro per i terreni sottostanti, disposti su una granulometria da porre in			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	relazione con quella dello strato nei confronti del quale disporrà a protezione secondo la regola del Terzaghi per D.85 % - D.15%, compreso ogni onere di fornitura da qualsiasi distanza, la vagliatura per ottenere la necessaria granulometria, la stesa a superfici piane e livellate, il compattamento meccanico secondo le norme per i rilevati ed ogni altro magistero.	Metro cubo	39'900 20.61	17.07.2001
A.2.09	<b>FORN.IN OPERA DI UNA MISCELA DI INERTI PER STABILIZZAZIONE TERRE</b> Fornitura e posa in opera, compreso l'onere della miscelazione ai materiali esistenti, di ghiaie, sabbie e/o altri materiali aridi, in proporzioni stabilite dalla D.L., per la correzione di materiali da stabilizzare in sito a mezzo di leganti idraulici idonei da pagare a parte. - Misurato in cumuli o su mezzo di trasporto.	Metro cubo	27'450 14.18	17.07.2001
A.2.10	<b>SOVRAPPREZZO ALLA SISTEMAZIONE DEI RILEVATI PER STABILIZZAZIONE</b> Sovrapprezzo alla sistemazione in rilevato di miscele terrose da stabilizzare a cemento o calce anche in punti limitati del rilevato ed in prossimità delle spalle dei manufatti, realizzata previa opportuna miscelazione con qualsiasi mezzo dei leganti (calce e/o cemento) con le terre da stabilizzare in sito, compreso l'onere della fornitura del legante da dosare, secondo le esigenze di stabilizzazione, in quantità secche comprese tra i 40 e i 100 kg/mc finito, ed ogni altro onere per la completa posa in opera del materiale stabilizzato.	Metro cubo	12'000 6.20	17.07.2001
	A.3) DEMOLIZIONI			
A.3.01	<b>DEMOLIZIONE DI MURATURE ESCLUSO MURI A SECCO</b> Come da articolo d'elenco, per distanze di reimpiego o di eventuale discarica entro km. 5, dal punto più vicino.	Metro cubo	20'650 10.66	17.07.2001
A.3.02	<b>SCARIFICAZIONE SUPERFICIALE DI MASSICCIATA IN CONGL. BITUMINOSO</b> Come da articolo d'Elenco	Metro quadro	680 0.351	17.07.2001
A.3.03	<b>DEMOLIZIONE DI FABBRICATI</b> Come da articolo d'elenco	Metro cubo	8'850 4.57	17.07.2001
A.3.04	<b>DEMOLIZIONE DI SOVRASTRUTTURA</b> Demolizione di sovrastruttura stradale, comprese le pavimentazioni, con gli oneri e le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche, compreso l'onere del lavoro in presenza di traffico, la frantumazione del materiale demolito per poterlo adoperare per altri usi stradali, quali le fondazioni e sottofondazioni, l'accatastamento del materiale in luoghi di deposito fissati dall'Amm/ne, la frantumazione del materiale e la sua miscelazione con altro materiale.			
	a <b>SENZA REIMPIEGO DI MATERIALI</b>	Metro cubo	7'700 3.98	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b</b>	<b>CON REIMPIEGO DI MATERIALI</b>	Metro cubo	12'650 6.53	17.07.2001
<b>A.3.05</b>		<b>DEMOLIZIONE INTEGRALE DI STRUTTURE IN C.A.</b> Demolizione integrale di strutture in c.a.p. entro e fuori terra con i mezzi che l'impresa sceglierà in base alla propria convenienza, uso di esplosivo compreso e compreso l'onere dell'allontanamento del materiale di risulta che rimarrà di proprietà dell'impresa, il taglio dei ferri ed ogni altro onere. Misurata sulla struttura da demolire per l'effettiva cubatura.			
			Metro cubo	50'250 25.95	17.07.2001
<b>A.3.06</b>		<b>FORMAZIONE DI FORI NELLA STRUTTURA DI CEMENTO ARMATO</b> Formazione di fori nelle strutture di c.a. o c.a.p. per alloggiamento di bocchettoni o tubi per emungimento di acque di drenaggio o per scarico di acque superficiali eseguiti a mano o mediante impiego di carotatrice; compreso l'onere della sistemazione dell'armatura esistente, l'onere per la formazione a mano e la rifinitura dei fori e dell'incavo di alloggiamento del fazzoletto del bocchettone; il carico ed il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Per ogni foro.			
	<b>a</b>	<b>NELLE SOLETTE DEGLI IMPALCATI X FORMAZ. SCARICHI DIAM. INF.50 MM</b> Per fori di lunghezza non superiore a cm 50.	Cadauno	52'800 27.27	17.07.2001
	<b>b</b>	<b>NELLE SOL. DEGLI IMPALC. X FORM. SCARICHI DI DIAM. DA 51 A 200 MM</b> Per lunghezze non superiori a mm 50.	Cadauno	67'150 34.68	17.07.2001
	<b>c</b>	<b>PER DRENAGGI ORIZZONTALI DI MURI CON DIAM. &lt;= 15 CM.</b> Per ogni foro di profondità non superiore a cm 100 o, per fori di lunghezza superiore, per ogni 100 cm o frazione.	Cadauno	82'100 42.40	17.07.2001
<b>A.3.07</b>		<b>DEMOLIZIONE A SEZ. OBBLIGATA DI PORZIONI DI STRUTTURE IN CA.(P.)</b> Demolizione a sezione obbligata eseguita in qualsiasi dimensione, anche in breccia, a qualsiasi altezza, di porzioni di strutture in conglomerato cementizio armato e/o precompresso, di impalcati di opere d'arte e di pile esistenti, per modifiche od allargamenti della sede stradale, per rifacimento di parti di strutture per creare ammassamenti, per formazione di incavi per l'incastro di travi, per l'alloggiamento di particolari attrezzature, per variazioni della sezione dei cordoli di coronamento ecc. Compresi e compensati nel prezzo i seguenti oneri: taglio del c.a. secondo sezioni ordinate dalla D.L. mediante scalpellatura a mano o meccanica, impiegando qualsiasi mezzo ritenuto ammissibile dalla D.L. ed idoneo a non danneggiare le strutture superstiti; la pulizia, sistemazione, risagomatura ed eventuale taglio dei ferri esistenti dell'armatura metallica scoperta; il trattamento a vapore a 373 K ed una pressione di 0.6-0.8 MPa per dare le superfici di attacco pronte a ricevere i nuovi getti, il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta; ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Solo esclusa l'esecuzione delle armature di sostegno, qualora la demolizione vada ad interessare i vincoli delle strutture.			
	<b>a</b>	<b>PER PORZIONI CIASCUNA DI CUBATURA COMPRESA TRA 0,051 E 0,50 MC</b>	Metro cubo	426'200 220.11	17.07.2001
	<b>b</b>	<b>PER PORZIONI DI STRUTTURE DI VOLUME INFERIORE A 0.05 MC</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

A.3.08	<p><b>DEMOLIZIONE INTEGRALE DI IMPALCATI IN C.A.P. O STRUTTURE SIM.</b>  Demolizione integrale di impalcati di opere d'arte o parti intere di strutture in ca. o cap. da suddividersi in elementi, quali le travi, aventi ogniuna peso massimo di 100 t, da eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità delle parti di struttura sottostante e delle proprietà di terzi. In tale caso la demolizione dovrà essere eseguita con martelli demolitori ed anche con l'impiego preliminare di agenti non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione di onda d'urto; in particolare la demolizione delle travi può aver luogo anche fuori opera se richiesto, previa separazione dalle strutture esistenti, prelievo e trasporto in apposite aree. Compreso e compensato nel prezzo: l'impiego di adeguate attrezzature per la rimozione e l'allontanamento delle parti fino alle aree adibite alla demolizione; l'impiego di attrezzatura ossiacetilenica per il taglio dei ferri d'armatura, l'allontanamento del materiale ed ogni altro onere, rimanendo il materiale di risulta di proprietà dell'impresa, compresa la lavorazione notturna se richiesta, l'eventuale pilotaggio del traffico e l'onere della segnaletica necessaria.</p>	Metro cubo	506'400 261.53	17.07.2001
A.3.09/1	<p><b>ASPORTAZIONE DI C. AMMALORATO IN ESTRADOSSO - CON SCALPELLATURA</b>  Asportazione di conglomerato cementizio ammalorato per il risanamento dell'estradosso di impalcati di opere d'arte (soletta e cordoli); nel prezzo sono compresi: il trasporto a discarica dei detriti, una energica spazzolatura, il trattamento delle superfici con getto di vapore a 373 K e 0.7-0.8 MPa, la sabbatura ed il riposizionamento dell'armatura metallica scoperta, ed ogni altra prestazione ed onere per dare la struttura pronta a ricevere il conglomerato di risarcimento.  Misurazione dello spessore medio dello strato asportato mediante rilievo su reticolo di mq 1 di lato e per la superficie effettivamente trattata.  1) - Eseguita mediante scalpellatura a mano o meccanica.</p>	Metro cubo	249'800 129.01	17.07.2001
a	<p><b>DI SPESSORE MEDIO DI CM 3</b></p>	Metro quadro	15'100 7.80	17.07.2001
b	<p><b>PER SPESSORE ECCEDENTE - PER OGNI CM OLTRE 3 CM</b></p>	Metro quadro	1'560 0.81	17.07.2001
A.3.09/2	<p><b>ASPORTAZIONE DI C. AMMALORATO IN ESTRADOSSO - CON IDRODEMOLIZIONE</b>  2) - Asportazione mediante l'impiego di macchine idrodemolitrici aventi capacità di getti d'acqua fino alla pressione di 120 - 150 MPa, compreso e compensato nel prezzo l'approvvigionamento dell'acqua occorrente da qualsiasi distanza e la rifinitura a scalpello manuale o meccanico delle superfici.</p>	Metro quadro	11'600 5.99	17.07.2001
a	<p><b>PER SPESSORE MEDIO FINO A 3 CM</b></p>	Metro quadro	1'450 0.75	17.07.2001
b	<p><b>PER SPESSORE MEDIO SUPERIORE A 3 CM E PER OGNI CM IN PIU'</b></p>	Metro quadro		
A.3.10/1	<p><b>ASPORTAZIONE DI C. AMMALORATO: INTRADOSSI, ECC. - SCALPELLATURA</b>  Asportazione, come alla voce precedente, di strati corticali</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>di conglomerato cementizio armato o precompresso ammalorato, per il risanamento delle strutture orizzontali di intradosso degli impalcati di opere d'arte (solette, travi, traversi e pulvini) e su superfici verticali quali muri anche reticolari, pulvini, pile, spalle ecc., negli spessori prescritti dalla D.L. con le cautele atte a non danneggiare le parti di struttura superstiti.</p> <p>La lavorazione viene eseguita attraverso bocciardatura di tutte le superfici, l'asportazione mediante scalpellatura a mano o con microdemolitore delle parti in fase di rigonfiamento o distacco, la sabbiatura a metallo bianco dell'armatura metallica eventualmente scoperta, la depolverizzazione a mezzo di getto a vapore a 373 K e 0.7-0.7 MPa, il ripristino dei pezzi d'armatura; compresa ogni altra prestazione ed onere.</p> <p>Misurazione sullo spessore medio dello strato asportato da effettuarsi mediante reticolo di m ,00 di lato.</p>			
	<p><b>a SPESSORE MEDIO DELLO STRATO ASPORTATO DI CM 2</b></p>	Metro quadro	14'400	17.07.2001
			7.44	
	<p><b>b PER OGNI CM DI SPESSORE OLTRE I PRIMI 2 CM</b></p>	Metro quadro	2'090	17.07.2001
			1.08	
<b>A.3.11</b>	<p><b>PREPARAZIONE DI SUPERFICI CA PER RIPRISTINO ED INCAMICIATURA</b></p> <p>Preparazione di superfici di conglomerato cementizio di intradossi di impalcati, di pulvini, muri, archi, pile, spalle ed altre strutture verticali per renderle atte ad essere ripristinate od incamiciate. La preparazione viene eseguita attraverso bocciardatura di tutte le superfici, l'asportazione mediante scalpellatura a mano o con microdemolitore delle parti in fase di rigonfiamento o distacco, la sabbiatura a metallo bianco dell'armatura metallica eventualmente scoperta, la depolverizzazione a mezzo di getto a vapore a 373 K e 0.7-0.7 MPa; compresa ogni altra prestazione ed onere.</p> <p>Misurazione sulle superfici effettivamente trattate.</p>	Metro quadro	22'950	17.07.2001
			11.85	
<b>A.3.12</b>	<p><b>RAVVIVATURA DI SUPERFICI CA. PER TRATTAMENTI PROTETTIVI</b></p> <p>Ravvivatura di superfici in conglomerato cementizio per renderle atte ad essere impermeabilizzate o per ricevere trattamenti di ripristino e/o protettivi, da pagare solo se ordinata dalla D.L.</p> <p>Compreso rimozione e trasporto a rifiuto del materiale di risulta; pulizia della superficie mediante soffiatura e lavaggio con acqua a pressione; ogni altra prestazione, fornitura ed onere.</p>			
	<p><b>a PER ESTRADOSSI DI IMPALCATI O CORDOLI CON BOCCIARDA O FRESA</b></p>	Metro quadro	5'790	17.07.2001
			2.99	
	<p><b>b PER INTRADOSSO DI IMPALCATI O SUPERFICI VERTICALI</b></p> <p>Ravvivatura di intradossi di impalcati, pulvini, pile e spalle mediante sabbiatura od idrosabbiatura con acqua in pressione con impiego di sabbia silicea; solo esclusi gli eventuali ponteggi.</p>	Metro quadro	13'900	17.07.2001
			7.18	
<b>A.3.13</b>	<p><b>ASPORTAZIONE PAVIMENTAZIONI IN CORRISPONDENZA DI GIUNTI</b></p> <p>Asportazione di pavimentazione a cavallo dei giunti di</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>dilatazione di impalcati di opere d'arte, per qualsiasi larghezza e qualsiasi spessore, fino a raggiungere l'estradosso della soletta.                      Compreso e compensato nel prezzo:                      - il taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare;                      - la demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso e dell'eventuale sottostante strato impermeabilizzante;                      - il trasporto a discarica dei materiali di risulta;                      - ogni altra prestazione, fornitura ed onere, solo escluso l'eventuale demolizione di esistenti strutture e/o apparecchi di giunto e l'asportazione di angolari di ferro eventualmente esistenti sui bordi delle solette.                      Misurazione lungo il giunto da risanare.</p>			
	<b>a IN ASSENZA DI APPARECCHI DI GIUNTO OD ANGOLARI</b>	Metro lineare	68'150 35.20	17.07.2001
	<b>b IN PRESENZA DI APPARECCHI DI GIUNTO O ANGOLARI</b>	Metro lineare	63'700 32.90	17.07.2001
<b>A.3.14</b>	<p><b>DEMOLIZIONE / ASPORTAZIONE DI GIUNTO</b>                      Demolizione e/o asportazione di esistente struttura e/o apparecchio di giunto di dilatazione su impalcati di opere d'arte, aventi luci massime di ml 70, di qualsiasi tipo e dimensione, fino a raggiungere l'estradosso della soletta. Compreso il trasporto a discarica dei materiali di risulta ed ogni altra prestazione od onere, essendo solo esclusa l'asportazione degli eventuali angolari di ferro eventualmente esistenti sui bordi delle solette.</p>	Metro lineare	22'350 11.54	17.07.2001
<b>A.3.15</b>	<p><b>ASPORTAZIONE DI ANGOLARI METALLICI</b>                      Asportazione completa di angolari metallici di qualunque dimensione su solette esistenti, eseguita con idonea attrezzatura atta a salvaguardare l'integrità della soletta; compreso il taglio delle zanche di ancoraggio, la pulizia a getto di acqua in pressione della superficie, il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.</p>	Metro lineare	32'250 16.66	17.07.2001
	<b>B) OPERE D'ARTE</b>			
	<b>B.1) SCAVI DI FONDAZIONE E STRUTTURE DI FONDAZIONE PROFONDA</b>			
<b>B.1.01</b>	<p><b>SCAVO SEZIONE OBBLIGATA IN MATERIE ECC. - PROFONDITA' &lt; 2 M</b>                      Scavo di fondazione a sezione obbligata, anche a campioni di qualsiasi lunghezza, in materie di qualsiasi natura e consistenza, asciutta o bagnata, anche in presenza d'acqua con battente non superiore a 20 cm; comprese le murature a secco ed i trovanti anche di roccia lapidea di dimensioni inferiori a 0,5 mc; escluse le rocce tenere o le rocce da mina, i trovanti superiori a 0,5 mc, nonché le murature a calce o cemento. Comprese le armature occorrenti di qualsiasi tipo, anche a cassa chiusa, con tutti gli oneri e le prescrizioni del Capitolato, compreso il trasporto a rifiuto od a discarica a qualsiasi distanza nell'ambito del Lotto di contratto ed a distanza di 5 km se a rifiuto ed ogni altro onere o fornitura.                      Fino alla profondità di ml 2,00 sotto il piano di sbancamento.</p>	Metro cubo	10'350	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

B.1.02	<p><b>SCAVO SEZ. OBBLIGATA IN ROCCIA DURA DA MINA</b>            Scavo di fondazione a sezione obbligata come da voce precedente di Elenco, ma in roccia dura da mina o trovanti di volume superiore a 0,5 mc; compreso l'onere della riduzione del materiale di risulta alla pezzatura prevista dalle norme tecniche se con reimpiego nell'ambito del Lotto di contratto.            Lo scavo si intende da eseguire con le attrezzature e le modalità scelte dall'impresa in base alla propria organizzazione, senza vincoli che non siano quelli della forma e dimensioni specificate in contratto.</p>	Metro cubo	5.35  27'700 14.31	17.07.2001
B.1.03	<p><b>SCAVO DI FONDAZIONE IN ROCCIA TENERA O MURATURE A CALCE</b>            Scavo di fondazione come alla voce precedente per la roccia da mina, ma in roccia tenera od in murature non armate legate a calce o cemento, con tutti gli oneri di cui alla predetta voce di Elenco.</p>	Metro cubo	12'100 6.25	17.07.2001
B.1.04	<p><b>SOVRAPPREZZO AGLI SCAVI DI FONDAZIONE X PROFONDITA' SUPERIORI</b>            Sovrapprezzo agli scavi di fondazione a sezione obbligata, per scavi eseguiti a profondità maggiori di m 2,00 sotto il piano di sbancamento e per ogni 2 m o frazioni di 2,00 m superanti la suddetta profondità.</p>	Metro cubo	1'650 0.85	17.07.2001
B.1.05	<p><b>SOVRAPPREZZO SCAVI DI FONDAZIONE IN PRESENZA D'ACQUA MAGG. 20 CM</b>            Sovrapprezzo agli articoli di elenco riguardanti gli scavi di fondazione per scavo in presenza d'acqua, compresi oneri e spese per l'esaurimento dell'acqua con qualsiasi mezzo e per qualsiasi profondità sotto il piano di sbancamento, da computarsi limitatamente ai quantitativi scavati sotto i 20 cm dal livello in cui si stabilisce negli scavi l'acqua esistente nel terreno.</p>	Percentuale	20 0.0103	17.07.2001
B.1.06	<p><b>SCAVO DI FONDAZIONE IN ROCCIA SENZA MINE E CON MARTELLONE</b>            Scavo di fondazione in roccia dura ma per la quale la D.L. con ordine scritto abbia disposto di agire senza uso di mine, con mezzi meccanici (martellone, barre d'espansione ecc.) e con contenimento della velocità di vibrazione entro 50 m/sec al fine di evitare il danneggiamento di edifici o strutture viciniori, compresi gli oneri di cautela necessari per evitare ogni danneggiamento alle predette strutture, nonché ogni altro onere e prescrizione delle voci sugli scavi di fondazione.</p>	Metro cubo	42'250 21.82	17.07.2001
B.1.07	<p><b>SCAVO DI FONDAZIONE CON DISGREGANTI CHIMICI TIPO BRISTAR</b>            Scavo a sezione obbligata in roccia dura, ove peraltro la D.L. abbia ordinato l'uso di espansivi chimici a lenta dilatazione, tipo Bristar o prodotti similari, onde eliminare qualsiasi vibrazione nei confronti di strutture vicine fatiscenti ed assolutamente da mantenere;            con tutti gli altri oneri e prescrizioni di cui alla precedente voce di elenco sugli scavi di fondazione.</p>	Metro cubo	141'900 73.29	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

B.1.10/1	<p><b>SCAVO A POZZO SUPERFICE INFERIORE A 20 MQ, ROCCIA &lt;25%</b>            Scavo a pozzo, a cielo aperto per fondazioni di ponti e viadotti, muri di sostegno, contrafforti, per il consolidamento di falde montane o simili e per eventuali altri manufatti; eseguito per sottomurazione senza interventi conservativi quali micropali, Jet grouting ecc.; a sezione circolare od ellittica ed eventualmente anche poligonale, in materie di qualunque natura e consistenza, asciutte o bagnate, anche fortemente spingenti, compresa la roccia da mina ed i trovanti di qualsiasi dimensione purché l'entità della roccia non sia superiore al 25 % del volume scavato, inclusi i trovanti.            Sono compresi l'armatura ed il disarmo delle pareti, le sbadacchiature, le ferramenta, la scampanatura del pozzo, eseguita e valutata come da norme tecniche, la regolarizzazione del fondo e delle superfici di scavo, il sollevamento con qualsiasi mezzo, anche meccanico, delle materie scavate di risulta, il trasporto a qualsiasi distanza per il reimpiego nel Lotto di contratto e fino a 5 km se da inviare a rifiuto.            Per mc misurato secondo le norme di capitolato.</p>			
	a PER PROFONDITA' FINO A ML. 10	Metro cubo	50'750 26.21	17.07.2001
	b PER PROFONDITA' DA A ML. 10,01 A ML 15	Metro cubo	62'200 32.12	17.07.2001
	c PER PROFONDITA' DA A ML. 15,01 A ML 20	Metro cubo	73'200 37.80	17.07.2001
	d PER PROFONDITA' DA A ML. 20,01 A ML 25	Metro cubo	88'450 45.68	17.07.2001
B.1.10/2	<p><b>SCAVO A POZZO SUPERFICE DA M 20.01 AD 80 MQ, ROCCIA &lt; 25%</b>            Scavo a pozzo come da voce precedente, ma di superficie S da m 20.01 ad mq 80, con percentuale di roccia non superiore al 25 %, inclusi i trovanti.</p>			
	a PER PROFONDITA' FINO A M 10	Metro cubo	40'900 21.12	17.07.2001
	b PER PROFONDITA' ECCEDEnte M 10,01 FINO A M 15,00	Metro cubo	51'300 26.49	17.07.2001
	c PER PROFONDITA' ECCEDEnte M 15 FINO A M 20,00	Metro cubo	67'100 34.65	17.07.2001
	d PER PROFONDITA' ECCEDEnte M 20,0 FINO A M 25,00	Metro cubo	80'900 41.78	17.07.2001
B.1.10/3	<p><b>SCAVO A POZZO S = 80,01 - 120 H ROCCIA &lt; 25 %</b>            Come da prezzo per pozzo inferiore a mq 20, con percentuale di roccia non superiore al 25% e con scarica a distanza non superiore a 5 km. Per pozzi di superficie superiore a mq 120 si adatteranno i prezzi per scavo di fondazione e gli altri prezzi per la fondazione.</p>			
	a PER PROFONDITA' FINO A M 10,00	Metro cubo	35'450 18.31	17.07.2001
	b PER PROFONDITA' ECCEDEnte M 10 E FINO A M 15,00	Metro	42'850	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		cubo	22.13	
	<b>c PER PROFONDITA' ECCELENTE M 15 E FINO A M 20,00</b>	Metro cubo	58'950	17.07.2001
			30.45	
	<b>d PER PROFONDITA' ECCELENTE M 20 E FINO A M 25.00</b>	Metro cubo	70'300	17.07.2001
			36.31	
<b>B.1.11</b>	<b>SOVRAPPREZZO PER SCAVO A POZZO IN ROCCIA OLTRE 25% PER OGNI 25%</b> Sovraprezzo allo scavo a pozzo per percentuali di roccia superiori al 25% e per ogni 25 % o frazione di maggiore percentuale di scavo in roccia.			
	<b>a SUPERF. &lt; 20 MQ</b>	Metro cubo	7'320	17.07.2001
			3.78	
	<b>b SUPERF. DA 20.01 A 80 MQ</b>	Metro cubo	6'300	17.07.2001
			3.25	
	<b>c SUPERF. DA 80.01 A 120 MQ</b>	Metro cubo	5'440	17.07.2001
			2.81	
<b>B.1.12</b>	<b>DETRAZIONE AGLI SCAVI A POZZO IN PRESENZA DI CORONELLA</b> Detrazione da applicare agli scavi a pozzo eseguiti all'interno di coronelle in calcestruzzo semplice od armato o con paratie di pali di qualsiasi tipo (PALI TRIVELLATI, PALI A GRANDE DIAMETRO, JETGROUTING, MICROPALI ECC.) quali interventi conservativi e di facilitazione allo scavo. La detrazione verra' applicata ai prezzi degli scavi per i tratti di pozzo a difesa dei quali sono state realizzate le opere di protezione o consolidamento.	Percentuale	30	17.07.2001
			0.0155	
<b>B.1.13</b>	<b>MAGGIORAZIONE % SU TUTTE LE VOCI RELATIVE A LAVORI INTERNO POZZI</b> Maggiorazione da apportare alle lavorazioni da eseguirsi all'aperto qualora siano da eseguirsi nei pozzi di cui ai precedenti articoli di Elenco, escluso il prezzo dello scavo e gli altri specificatamente stabiliti per l'esecuzione nei pozzi. Sono compresi nel sovrapprezzo tutti i maggiori oneri di trasporto ed esecuzione necessari per i lavori all'interno dei pozzi. Si pattuisce che per pozzi di superficie superiore a 120 mq i prezzi delle lavorazioni rimarranno invariati senza alcun sovrapprezzo.			
	<b>a FINO A ML. 10 DI PROFONDITA'</b>	Percentuale	5	17.07.2001
			0.00258	
	<b>b TRA ML. 10,01 E 15,00</b>	Percentuale	10	17.07.2001
			0.0052	
	<b>c TRA ML. 15,01 E 20,00</b>	Percentuale	15	17.07.2001
			0.0077	
	<b>d OLTRE ML 20,01</b>	Percentuale	20	17.07.2001
			0.0103	
<b>B.1.14</b>	<b>SOVRAPPREZZO ALLO SCAVO PER ESAURIMENTO D'ACQUA OLTRE 20 CM</b> Sovraprezzo agli scavi di fondazione descritti nelle altre voci di elenco, per la presenza di acqua nello scavo, qualora la			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>quota dell'acqua si stabilizzi, all'interno del cavo, a quota superiore a 20 cm e per la parte degli scavi posta al di sotto di tale quota. Il sovrapprezzo comprende tutti gli oneri di aggotamento, pompaggio, drenaggio ecc. solo escluso l'eventuale uso di sistemi di apparecchiature tipo well-point, ed ogni altro onere, fornitura e magistero che permettano di mantenere asciutto il cavo per ogni successiva lavorazione.</p>	Percentuale	20	17.07.2001
B.1.15	<p><b>SOVRAPREZZO AGLI SCAVI DI FONDAZIONE PER USO DI WELLPOINT</b> Sovraprezzo agli scavi di fondazione in materie di qualunque natura e consistenza, per l'impiego di impianto "Wellpoint" per l'esaurimento d'acqua, compreso ogni magistero, fornitura, noleggio ed onere per dare e mantenere asciutto il cavo per tutto il tempo necessario ad eseguire le lavorazioni previste all'interno di esso. Il sovrapprezzo va esteso ai volumi di scavo posti al di sotto del piano che verrebbe raggiunto dall'acqua senza interventi di protezione, ridotto di 20 cm, con esclusione di qualsiasi altro sovrapprezzo.</p>		0.0103	
		Metro cubo	9'040	17.07.2001
			4.67	
B.1.20	<p><b>TURA PROVVISORIALE A DIFESA DI SCAVI</b> Come da voce d'elenco</p>			
		Metro quadro	66'600	17.07.2001
			34.40	
B.1.21	<p><b>NOLEGGIO DI PALANCOLE METALLICHE TIPO LARSEN</b></p>			
a	DEL PESO DI 110 - 115 KG / MQ	Metro quadro	920	17.07.2001
			0.475	
b	DEL PESO DI 155 - 160 KG/MQ	Metro quadro	1'320	17.07.2001
			0.68	
B.1.22	<p><b>INFISSIONE ED ESTRAZIONE DI PALANCOLE TIPO LARSEN</b> Compreso ogni onere di trasporto montaggio e smontaggio in qualunque terreno che lo consenta.</p>			
a	INFISSIONE - DEL PESO DI 110-115 KG/MQ	Metro quadro	28'450	17.07.2001
			14.69	
b	INFISSIONE - DEL PESO DI 155-160 KG/MQ	Metro quadro	35'550	17.07.2001
			18.36	
c	ESTRAZIONE PALANCOLE DEL PESO DI 110 - 115 KG/MQ	Metro quadro	17'800	17.07.2001
			9.19	
d	ESTRAZIONE DI PALANCOLE DEL PESO DI 155 - 160 KG/MQ	Metro quadro	22'200	17.07.2001
			11.47	
B.1.23/1	<p><b>DIAFRAMMA IN C.A. A PARETE CONTINUA - 1) ESCAVAZIONE A SECCO</b> Diaframma a parete continua costituito da pannelli aventi la sagoma prescritta dalla D.L. ed eseguiti a qualunque profondità in conglomerato cementizio armato, del tipo con Rck &gt; 30 MPa collegati tra loro mediante incastri di vario genere, compreso lo scavo con idonee attrezzature in terreni</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>di qualsiasi natura e consistenza, asciutti o bagnati, inclusi i trovanti in roccia dura estraibili con i normali metodi di scavo, compresa l'eventuale ammorsatura in roccia per per almeno uno spessore.</p> <p>Compreso inoltre: il carico, il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta; l'esecuzione di due muretti guida in conglomerato cementizio armato di dimensioni correnti non inferiori a cm 25 x 80; l'esecuzione a campione; i dispositivi di sostegno e guida delle armature metalliche; il getto in presenza di armature; una idonea conformazione dei giunti tra gli elementi per assicurare al diaframma impermeabilità e collaborazione statica; l'eventuale rifinitura della faccia a vista; la stuccatura e stilatura dei giunti con malta cementizia; la formazione di fori di drenaggio nel numero e posizione prescritta; ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Solo escluso: l'eventuale scavo a vuoto; l'eventuale impiego di speciali attrezzature, anche fresanti, per l'attraversamento di trovanti in roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo; la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica; queste prestazioni, se fornite, verranno compensate a parte con i relativi prezzi di elenco.</p>			
	a SPESSORE CM 50	Metro quadro	136'100 70.29	17.07.2001
	b SPESSORE CM 60	Metro quadro	154'300 79.69	17.07.2001
	c SPESSORE CM 80	Metro quadro	187'500 96.84	17.07.2001
	d SPESSORE CM 100	Metro quadro	228'100 117.80	17.07.2001
B.1.23/2	<p><b>DIAFRAMMA A PARETE CONTINUA - ESCAVAZIONE A FANGHI BENTONITICI</b></p> <p>Diaframma come sopra ma come escavazione con impiego di fanghi bentonitici.</p>			
	a SPESSORE CM 50	Metro quadro	150'600 77.78	17.07.2001
	b SPESSORE CM 60	Metro quadro	171'900 88.78	17.07.2001
	c SPESSORE CM 80	Metro quadro	197'800 102.16	17.07.2001
	d SPESSORE CM 100	Metro quadro	237'000 122.40	17.07.2001
B.1.23/3	<p><b>SCAVO A VUOTO X DIAFRAMMA PARETE CONTINUA A SECCO O BENTONITE</b></p> <p>Scavo a vuoto per l'esecuzione del diaframma a parete continua, in terreni di qualunque natura, esclusa roccia dura da scalpello.</p>			
	a SPESSORE CM 50	Metro quadro	40'700 21.02	17.07.2001
	b SPESSORE CM 60	Metro quadro	47'950 24.76	17.07.2001
	c SPESSORE CM 80	Metro	56'650	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		quadro	29.26	
	d SPESSORE CM 100	Metro quadro	70'050	17.07.2001
			36.18	
B.1.24	<b>SOVRAPR. PER SCAVO DI DIAFRAMMA IN ROCCIA DURA SPESS. CM. 50 -60</b> Sovrapprezzo allo scavo di diaframmi in roccia dura da mina o calcestruzzi duri od altro materiale analogo, misurato per le superfici di effettivo ammassamento in roccia, oltre la profondità corrispondente allo spessore del diaframma.	Percentuale	20	17.07.2001
			0.0103	
B.2.01	<b>FORMAZIONE DI COLONNA DI TERRENO CONSOLIDATO</b> Formazione di colonna verticale od inclinata di terreno consolidato a sezione circolare formata mediante l'esecuzione di un preforo a distruzione di nucleo ed iniezione di miscele cementizie mediante una batteria di aste tubolari di immissione secondo le prescrizioni delle N.Tecniche, avente resistenza caratteristica media, lungo il fusto della colonna, non inferiore a 20 MPa. Data in opera compreso l'uso di attrezzature speciali composte da pompe ad alta pressione, sonde idrauliche semoventi, gruppi elettrogeni, impianti di miscelazione con relativi operatori e manovalanza; la fornitura dei materiali; il trattamento e l'allontanamento dei fanghi di spurgo; l'impiego del rivestimento provvisorio; la fornitura di additivi stabilizzanti od antilavamento; gli oneri connessi a particolari difficoltà esecutive quali la presenza di acque sotterranee, trovanti ed acclività di pendici; tutte le prove e verifiche sia di carattere distruttivo (come carotaggi verticali e subverticali, rottura di campioni a compressione, ecc.) sia di carattere non distruttivo (come le prove vibrazionali, sismiche, gli ultrasuoni, ecc.) da eseguirsi le une e le altre in numero e posizione stabilite ad insindacabile giudizio della D.L.; ogni altra fornitura, prestazione ed onere.			
	a DIAMETRO DI MM 600	Metro lineare	103'800	17.07.2001
			53.61	
	b DIAMETRO DI MM 800	Metro lineare	133'300	17.07.2001
			68.84	
	c PERFORAZIONE A VUOTO PER COLONNE DA MM 600 E 800	Metro lineare	20'500	17.07.2001
			10.59	
	d DIAMETRO DA MM 1000 A 1200	Metro lineare	163'600	17.07.2001
			84.49	
	e DIAMETRO SUPERIORE A 1200 MM	Metro lineare	188'700	17.07.2001
			97.46	
B.2.02/1	<b>ARMATURA COLONNA DI TERR. CONSO LIDATO IN TUBI ACCIA. FE 430-510</b> Armatura di colonna di terreno consolidato, costituita da tubi in acciaio, compresi manicotti e giunzioni, fornita e posta in opera, con semplice introduzione a spinta con idonea attrezzatura nel corpo della colonna, senza esecuzione di preforo.	Chilogrammo	1'860	17.07.2001
			0.96	
B.2.03/2	<b>ARMATURA COLONNE TERRENO CONSOLIDATO INTROD. A GRAVITA'</b> Armatura di colonne di terreno consolidato introdotte a			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	gravita' nella colonna, previa esecuzione di perforo del diametro idoneo, compreso inghisaggio con malta di cemento additivata ed ogni altro onere.			
	<b>a ESECUZIONE PERFORO D. MM 140 IN COLONNE DI TERRENO CONSOLIDATE</b> Compenso per l'esecuzione di perforo del d. max di mm 140 nel corpo delle colonne di terreno consolidate per l'introduzione dell'armatura in tubi di acciaio, compreso l'inghisaggio mediante iniezione in pressione di malta di cemento additivata ed ogni altra fornitura, prestazione ed onere.	Metro lineare	6'480 3.35	17.07.2001
	<b>b ARMATURA N TUBI IN ACCIAIO COMPRESO MANICOTTI, GIUNZIONI ECC.</b> Armatura in tubi di acciaio saldato, od in acciaio senza saldatura, compreso manicotti, giunzioni ed ogni altro onere per dare l'armatura in opera.	Chilogrammo	1'740 0.90	17.07.2001
<b>B.2.04</b>	<b>FORN.ED INFISSIONE PALI IN C.A. CENTRIFUGATO SCAC</b> Palo SCAC o similare, in conglomerato cemetizio ecc. come da voce di elenco. Per palo effettivamente infisso arrotondata ai 50 cm in piu' od in meno, compreso ogni onere di infissione, capitozzatura della testata e raddrizzamento dei ferri di testata in modo da poterli annegare nel getto della platea.			
	<b>a LUNGHEZZA M 8</b>	Metro lineare	90'450 46.71	17.07.2001
	<b>b LUNGHEZZA M 9</b>	Metro lineare	97'650 50.43	17.07.2001
	<b>c LUNGHEZZA DA M. 10 A M. 15</b>	Metro lineare	102'900 53.14	17.07.2001
<b>B.2.05</b>	<b>PALI SPECIALI BATTUTI, SENZA ASPORTAZIONE DI TERRENO</b> Come da voce di elenco.			
	<b>a CON TUBOFORMA DEL DIAMETRO ESTERNO DA MM 305</b>	Metro lineare	73'200 37.80	17.07.2001
	<b>b CON TUBOFORMA DEL DIAMETRO ESTERNO MM 355</b>	Metro lineare	79'300 40.96	17.07.2001
	<b>c CON TUBOFORMA DEL DIAMETRO ESTERNO MM 420</b>	Metro lineare	87'500 45.19	17.07.2001
	<b>d CON TUBOFORMA DEL DIAMETRO ESTERNO MM 500</b>	Metro lineare	114'300 59.03	17.07.2001
<b>B.2.06</b>	<b>PALI TRIVELLATI DIAMETRO MM 540</b> Pali trivellati di medio diametro realizzati con calcestruzzo ecc. come da voce di elenco.	Metro lineare	115'900 59.86	17.07.2001
<b>B.2.07a</b>	<b>PALI TRIVELLATI GRANDE DIAMETRO ESCLUSA ROCCIA LAPIDEA - D. 800</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>Pali trivellati a grande diametro eseguiti con perforazione a percussione o rotoperussione secondo le prescrizioni della D.L. con fusto formato da calcestruzzo Rck non inferiore a 25 MPa, compresa la formazione del foro, anche a vuoto, in terreni di qualunque natura e consistenza, asciutti o bagnati, anche in presenza d'acqua, solo esclusa la roccia da mina, i materiali assimilabili ad essa ed i trovanti non estraibili dal foro.</p> <p>Nei prezzi sono compresi e compensati gli oneri per l'eventuale infissione del tuboforma e l'ammorsamento in roccia per la profondità di 1 diametro... ecc. come da elenco.</p> <p>Diametro mm 800.</p>	Metro lineare	196'600 101.54	17.07.2001
B.2.07b	<p><b>PALI TRIVELLATI GRANDE DIAMETRO ESCL. ROCCIA LAPIDEA D. MM 1000</b></p> <p>Vedi voce precedente.</p>	Metro lineare	240'600 124.26	17.07.2001
B.2.07c	<p><b>PALI TRIVELLATI GRANDE DIAMETRO ESCLUSA ROCCIA LAPIDEA - MM 1200</b></p> <p>Vedi voce precedente.</p>	Metro lineare	311'100 160.67	17.07.2001
B.2.07d	<p><b>PALI TRIVELLATI GRANDE DIAMETRO ESCLUSA ROCCIA LAPIDEA - MM 1500</b></p> <p>Vedi voce precedente.</p>	Metro lineare	416'700 215.21	17.07.2001
B.2.07f	<p><b>PALI TRIVELLATI GRANDE DIAMETRO ESCLUSA ROCCIA LAPIDEA - MM 2000</b></p> <p>Vedi voce precedente.</p>	Metro lineare	669'100 345.56	17.07.2001
B.2.09a	<p><b>PALI GRANDE DIAM. ESEGUITI CON USO DI FANGHI BENTONIT. - MM 800</b></p>	Metro lineare	194'700 100.55	17.07.2001
B.2.09b	<p><b>PALI GRANDE DIAM. ESEGUITI CON USO DI FANGHI BENTONIT.- MM 1000</b></p>	Metro lineare	234'500 121.11	17.07.2001
B.2.09c	<p><b>PALI GRANDE DIAM. ESEGUITI CON USO DI FANGHI BENTONIT.- MM 1200</b></p>	Metro lineare	300'500 155.20	17.07.2001
B.2.09d	<p><b>PALI GRANDE DIAM. ESEGUITI CON USO DI FANGHI BENTONIT.- MM 1500</b></p>	Metro lineare	399'100 206.12	17.07.2001
B.2.09f	<p><b>PALI GRANDE DIAM. ESEGUITI CON USO DI FANGHI BENTONIT.- MM 2000</b></p>	Metro lineare	642'000 331.57	17.07.2001
B.2.10	<p><b>SOVRAPREZZO AI PALI A GRANDE DIA METRO X AMMORSAMENTO IN ROCCIA</b></p> <p>Sovraprezzo ai prezzi di pali trivellati a grande diametro per scavo in roccia dura da mina o materiali assimilabili quali calcestruzzi anche armati ecc. o per attraversamento di inerti non estraibili, attraverso l'uso di scalpelli, esplosivi, frese anche puntuali, cementi espansivi, ecc. e per ogni ml di</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	effettivo ammortamento eccedente il primo diametro.			
	a <b>DIAMETRO MM 800</b>	Metro lineare	173'400	17.07.2001
			89.55	
	b <b>DIAMETRO MM 1000</b>	Metro lineare	180'200	17.07.2001
			93.07	
	c <b>DIAMETRO MM 1200</b>	Metro lineare	198'800	17.07.2001
			102.67	
	d <b>DIAMETRO MM 1500</b>	Metro lineare	274'800	17.07.2001
			141.92	
	e <b>DIAMETRO MM 2000</b>	Metro lineare	350'300	17.07.2001
			180.91	
<b>B.2.11</b>	<b>LAMIERINO IN FERRO FEB22K PER PROTEZIONE PALI TRIVELLATI</b> Camicia di protezione dei pali a grande diametro in lamierino dello spessore piu' opportuno, compresi oneri di trasporto ed inserimento.	Chilogrammo	1'530	17.07.2001
			0.79	
<b>B.2.15</b>	<b>MEDIOPALI (ROTARY) PER ATTRAVERSAMENTO TERRENI COMPENETRATI</b> Pali trivellati di medio diametro per attraversamento di rocce o terreni fortemente addensati o compenetrati, con trovanti di media o grande dimensione realizzati con martello a fondo foro eseguiti con attrezzatura a rotopercolazione di potenza non inferiore a 200 kw per la disaggregazione degli strati di roccia ed eliminazione delle polveri con compressore combinato da 40.000 l/h. Per ogni ml compresa perforazione, allontanamento dei materiali di risulta e getto del conglomerato cementizio con Rbk 30 MPa, ed ogni altro onere e magistero.			
	a <b>DIAMETRO 350 MM</b>	Metro lineare	183'500	17.07.2001
			94.77	
	b <b>DIAMETRO 450 MM</b>	Metro lineare	217'000	17.07.2001
			112.07	
<b>B.2.16</b>	<b>PERFORAZIONE MICROPALI SUBVERTICALI AD INCAMICIATURA PARZIALE</b> Sola perforazione di micropali con andamento verticale od inclinato entro 20 dalla verticale, con l'onere eventuale del rivestimento del perforo eseguito mediante perforazione a rotazione o rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura, compresa roccia da mina ecc. compreso l' allontanamento del materiale di risulta, l'eventuale ripopolazione e intr. di strati molto aperti o fessure beanti			
	a <b>DIAMETRO ESTERNO MM 65/90</b> Vedi sopra.	Metro lineare	20'900	17.07.2001
			10.79	
	b <b>DIAMETRO ESTERNO MM 90/130</b> Vedi sopra.	Metro lineare	30'200	17.07.2001
			15.60	
	c <b>DIAMETRO ESTERNO MM 140/190</b> Vedi sopra.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Metro lineare	40'200 20.76	17.07.2001
	d <b>DIAMETRO ESTERNO MM 200/240</b> Vedi sopra.	Metro lineare	47'050 24.30	17.07.2001
<b>B.2.17</b>	<b>MICROPALI SUBVERTICALI ESCLUSA PERFORAZIONE</b> Pali speciali di fondazione o di piccolo diametro, in verticale o subverticale per ancoraggi od altro, eseguiti in terreni di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza d'acqua, attraverso il getto, nei fori ricavati con perforazione pagata a parte, di miscele di cemento tipo R 325 o di cemento e sabbia con additivi, sia a gravita' che a pressione, compreso l'onere del getto in presenza di armatura, questa da pagare a parte, ed ogni altro onere, magistero o fornitura. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.			
	a <b>DIAMETRO ESTERNO MM 90/130;GETTO A GRAVITA' O BASSA PRESSIONE</b> Palo eseguito mediante iniezioni eseguite a gravita' od a bassa pressione di malta fino ad un volume di iniezione pari a 5 volte il volume teorico del foro.	Metro lineare	21'400 11.05	17.07.2001
	b <b>DIAM. ESTERNO MM 140/190 - GETTO A GRAVITA' O BASSA PRESSIONE</b> Vedi sopra.	Metro lineare	25'650 13.25	17.07.2001
	c <b>DIAM. ESTERNO MM 200/240 - GETTO A GRAVITA' O BASSA PRESSIONE</b> Vedi sopra.	Metro lineare	31'200 16.11	17.07.2001
	d <b>DIAMETRO EST. MM 90/130 - INIEZIONE AD ALTA PRESSIONE</b> Palo come sopra, ma eseguito anche con iniezione di secondo tempo ripetuta ad alta pressione di miscele di cemento e/o sabbia, con dosaggio, per la pasta, di kg 900 di cemento per mc di impasto, qualunque sia il quantitativo iniettato oltre i primi 5 volumi. Contabilizzazione con dimostrazione del consumo di cemento, da effettuare per tutto il quantitativo di cemento utilizzato dal cantiere, ripartendo il cemento nelle varie lavorazioni eseguite.	Metro lineare	35'150 18.15	17.07.2001
	e <b>DIAMETRO EST. MM 140/190 - INIEZIONE AD ALTA PRESSIONE</b>	Metro lineare	43'600 22.52	17.07.2001
	f <b>DIAMETRO EST. MM 200/240 - INIEZIONE AD ALTA PRESSIONE</b>	Metro lineare	50'600 26.13	17.07.2001
<b>B.2.21</b>	<b>SOVRAPREZZO PERFORAZIONI MICROPALI O TIRANTI PER INCLINAZ.&gt;20GR.</b> Sovraprezzo alle perforazioni subverticali per micropali o tiranti per inclinazioni maggiori di 20' sulla verticale da applicarsi solo se giustificati da apposito calcolo statico.	Percentuale	8 0.00413	17.07.2001
<b>B.2.22</b>	<b>TUBO PER MICROPALI DI OGNI DIMENSIONE</b> Fornitura e posa in opera, nei pali speciali o micropali, di armatura portante ecc. come da voce d'elenco.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	a	<b>IN FERRO SALDATO</b>	Chilogrammo	1720	17.07.2001
				0.89	
	b	<b>IN ACCIAIO FE 510 CON O SENZA VALVOLATURA</b> In acciaio Fe 510 di primo o secondo impiego.	Chilogrammo	1700	17.07.2001
				0.88	
	c	<b>COMPENSO PER OGNI VALVOLA EFFETTIVAMENTE INIETTATA</b> Compenso per ogni valvola praticata nell'armatura dei micropali, purché utilizzata attraverso iniezione ad alta pressione con dispositivo a doppia valvola in modo da assicurare l'effettivo utilizzo del foro così costituito; tale utilizzo dovrà essere dimostrato attraverso prove di riprova a campione che assicurino, per almeno 5 pali su cento, l'avvenuta esecuzione del lavoro. Qualora non siano state eseguite le prove suddette, l'intera partita non potrà essere contabilizzata.	Cadauno	14'050 7.26	17.07.2001
B.2.25		<b>FORNITURA IN OPERA DI PROFILATI ACCIAIO NP.IPE PER PARATIE</b> Fornitura e posa in opera di profilato in acciaio NP.IPE per l'armatura di pali speciali a piccolo diametro - micropali, per esecuzione di paratie tipo berline si o per altre strutture analoghe, compresa ogni fornitura, magistero ed onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.	Chilogrammo	1'940	17.07.2001
				1.00	
B.2.30		<b>PROVA DI CARICO SUPPLEMENTARE PER PALI</b> Prova di carico supplementare per pali ecc. come da voce di elenco.			
	a	<b>PER PALI BATTUTI</b>	Cadauno	2'641'000 1'363.96	17.07.2001
	b	<b>PER PALI TRIVELLATI DI PICCOLO DIAMETRO O MICROPALI</b>	Cadauno	443'800 229.20	17.07.2001
	c	<b>PER PALI A GRANDE DIAMETRO FINO A MM 1200</b>	Cadauno	10'566'000 5'456.88	17.07.2001
	d	<b>OLTRE MM 1500</b>	Cadauno	12'679'000 6'548.16	17.07.2001
B.2.35		<b>PERFORAZIONI SUBORIZZONTALI IN QUALSIASI MATERIA</b> Perforazioni orizzontali o suborizzontali in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso murature, trovanti e roccia da mina, anche in presenza d'acqua eseguita a qualsiasi profondità e per qualsiasi inclinazione sull'orizzontale, a rotazione o rotopercussione, anche con eventuale rivestimento provvisorio; compresi gli oneri per l'eventuale uso di fanghi bentonitici, le attrezzature occorrenti, gli utensili di perforazione, i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza ed ogni altra prestazione ed onere per dare il perforo atto all'introduzione di micropali o tiranti.			
	a	<b>DEL DIAMETRO MM 60/90</b>	Metro lineare	26'650	17.07.2001
				13.76	
	b	<b>DEL DIAMETRO MM 91/130</b>	Metro lineare	32'100	17.07.2001
				16.58	
	c	<b>DEL DIAMETRO MM 140/190</b>	Metro lineare	39'900	17.07.2001



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>d DEL DIAMETRO MM 200/240</b>		20.61	
		Metro lineare	42'100	17.07.2001
			21.74	
<b>B.2.36/1</b>	<b>TREFOLO PER TIRANTI ACC.ARMONICO ESCLUSE TESTATE D'ANCORAGGIO</b> Tirante formato da trefoli di acciaio controllato in stabilimento con fili aventi F.p(1)k > 1570 MP ed Fptk > 1765 MPa, fornito e posto in opera nei fori di cui all'art. precedente. Compreso la fornitura dei trefoli rivestiti all'origine con guaina di PVC; la posa in opera, i dispositivi di bloccaggio a fondo foro ed inoltre le iniezione di malta o di boiacca di cemento, salvo per la voce a). Esclusa la fornitura e posa della testata di ancoraggio.			
	<b>a PER KG DI TREFOLO SENZA INIEZIONI</b> Tesato e bloccato, per tensione fino a 30 ton realizzato con n' 2 trefoli, da 31-45 t realizzato con 3 trefoli e per tensione da 46-60 ton realizzato con 4 trefoli, da 61-75 ton con 5 trefoli, da 76-90 ton realizzati con 6 trefoli, escluse le iniezioni nonche' le testate d'ancoraggio.	Chilogrammo	3'750	17.07.2001
			1.94	
	<b>b TIRANTE INIETTATO PER TENSIONE D'ESERCIZIO FINO A 30 TON</b>	Metro lineare	20'700	17.07.2001
			10.69	
	<b>c TIRANTE INIETTATO PER TENSIONE ESERCIZIO DA 31 A 45 TON</b>	Metro lineare	27'050	17.07.2001
			13.97	
	<b>d TIRANTE INIETTATO PER TENSIONE DI ESERCIZIO DA 46 A 60 TON</b>	Metro lineare	34'950	17.07.2001
			18.05	
	<b>e TIRANTE INIETTATO PER TENSIONE DI ESERCIZIO DA 61 A 75 TON</b>	Metro lineare	42'900	17.07.2001
			22.16	
	<b>f TIRANTE PER TENSIONE DI ESERCIZIO DA 76 A 90 TON</b>	Metro lineare	53'150	17.07.2001
			27.45	
<b>B.2.36/2</b>	<b>TESTATE DI ANCORAGGIO PER TIRANTI DI QUALUNQUE TENSIONE</b> Fornitura e posa in opera di testate di ancoraggio per tiranti, compreso l'allettamento con malta o l'inghisaggio nel foro ed ogni altro onere, anche di brevetto, necessario per dare il prodotto finito a regola d'arte.			
		Cadauno	1'500	17.07.2001
			0.77	
<b>B.2.37/1</b>	<b>INIEZIONI PER MICROPALI SUBORIZZONTALI - BASSA PRESSIONE</b> Iniezione di miscela, per riempimento di perfori di micropali suborizzontali, composta di cemento pozzolanico, acqua, filler ed additivi, secondo le prescrizioni di capitolato. Compresi e compensati nel prezzo la fornitura di tutti i materiali, le attrezzature necessarie per l'iniezione, ogni altra prestazione ed onere, esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato. A) Iniezione a bassa pressione.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	a	PERFORO DA MM 60 - 90	Metro lineare	6'440	17.07.2001
				3.33	
	b	PERFORO MM 91 - 130	Metro lineare	7'360	17.07.2001
				3.80	
	c	PERFORO MM 140 - 190	Metro lineare	11'200	17.07.2001
				5.78	
	d	PERFORO MM 200 - 240	Metro lineare	16'250	17.07.2001
				8.39	
B.2.37/2		<b>INIEZIONE MICROPALI SUBORIZZONTALI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE</b> Iniezioni come da art. B.2.37/1 ma eseguite in pressione con le stesse modalita' di contabilizzazione di cui alla voce B.2.17.			
	a	PERFORO MM 60 - 90	Metro lineare	14'000	17.07.2001
				7.23	
	b	PERFORO MM 91 -130	Metro lineare	16'150	17.07.2001
				8.34	
	c	PERFORO 140 - 190	Metro lineare	22'650	17.07.2001
				11.70	
	d	PERFORO MM 200 - 240	Metro lineare	28'300	17.07.2001
				14.62	
B.2.40		<b>PROVE DI CONTINUITA' PALI GRANDE DIAMETRO CON SONDAGGI SONICI</b> Prove di continuita' per pali a grande diametro, eseguite mediante l'infilaggio di tre tubi in metallo o plastica nel corpo dei pali, muniti di idonei giunti e tappi a chiusura per l'introduzione di apparecchiature di produzione di idonee onde soniche e rilevamento degli echi in modo da attestare quale sia il grado di compattezza del calcestruzzo e continuita' del getto. Per ogni metro lineare di palo munito del dispositivo suddetto, compresi i maggiori oneri di introduzione dell'armatura e di getto del palo.			
	a	PREDISPOSIZIONE DELLA PROVA	Metro lineare	33'400	17.07.2001
				17.25	
	b	ESECUZIONE DELLA PROVA	Metro lineare	132'100	17.07.2001
				68.22	
		B.3 - MURATURE IN GENERE			
B.3.01/2		<b>MURATURA A SECCO CON PIETRAMME PROVENIENTE DA CAVE</b> Come da voce di elenco.	Metro cubo	65'800	17.07.2001
				33.98	
B.3.02		<b>DRENAGGI O VESPAI</b> Come da voce d'elenco.			
	a	CON PIETRAMME PROVENIENTE DA SCAVI	Metro cubo	18'550	17.07.2001
				9.58	

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b</b>	<b>CON PIETRAME PROVENIENTE DA CAVE</b>	Metro cubo	29'800	17.07.2001
				15.39	
	<b>c</b>	<b>CON MISTO DI FIUME LAVATO</b>	Metro cubo	37'350	17.07.2001
				19.29	
<b>B.3.03/b</b>		<b>MURATURA DI PIETRAME LEGATA CON MALTA CEMENTO - PIETRAME DA CAVE</b> Come da voce d'elenco.	Metro cubo	196'500	17.07.2001
				101.48	
<b>B.3.04</b>		<b>MURATURA IN MATTONI PIENI</b> Come da voce d'elenco.	Metro cubo	578'800	17.07.2001
				298.93	
<b>B.3.06</b>		<b>MURATURA ELEVAZIONE CON PARAMENTO ESTERNO 20 CM PIETRAME CAVA</b> Come da voce d'elenco	Metro cubo	198'500	17.07.2001
				102.52	
<b>B.3.07</b>		<b>MURATURA IN PIETRA DA TAGLIO PER ARMILLE, ROSTRI E CANTONALI</b> Muratura in pietra da taglio per armille e cantonali come da voce d'elenco.	Metro cubo	440'900	17.07.2001
				227.71	
<b>B.3.08</b>		<b>RIVESTIMENTO DI MURATURE IN CLS CON PIETRAME</b> Rivestimento di murature in calcestruzzo con pietrame proveniente dagli scavi e per spessori di rivestimento da m. 0.20 a 0.40			
	<b>a</b>	<b>CON PIETRAME PROVENIENTE DAGLI SCAVI</b>	Metro quadro	86'600	17.07.2001
				44.73	
	<b>b</b>	<b>CON PIETRAME PROVENIENTE DA CAVE</b>	Metro quadro	162'300	17.07.2001
				83.82	
<b>B.3.11</b>		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE</b> Calcestruzzo per opere di fondazione.			
	<b>a</b>	<b>CLASSE 15 MPA</b>	Metro cubo	118'300	17.07.2001
				61.10	
	<b>b</b>	<b>CLASSE 20 MPA</b>	Metro cubo	124'100	17.07.2001
				64.09	
	<b>c</b>	<b>CLASSE 25 MPA</b>	Metro cubo	128'200	17.07.2001
				66.21	
<b>B.3.12</b>		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN ELEVAZIONE</b> Calcestruzzo per opere di elevazione.			
	<b>a</b>	<b>CLASSE 15 MPA</b>	Metro cubo	120'800	17.07.2001
				62.39	
	<b>b</b>	<b>CLASSE 20 MPA</b>	Metro cubo	126'900	17.07.2001
				65.54	
	<b>c</b>	<b>CLASSE 25 MPA</b>	Metro cubo	136'200	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	d	CLASSE 30 MPA		70.34	
			Metro cubo	142'900	17.07.2001
				73.80	
B.3.13		<b>MURATURA IN PIETrame GRANDI DIM. PROVENIENTE DAGLI SCAVI</b> Muratura in pietrame, costituita da blocchi squadriati o ad opera incerta di grandi dimensioni, compresa la tiratura delle fughe tra i blocchi, come da voce d'elenco.			
			Metro cubo	62'750	17.07.2001
				32.41	
B.3.15a		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN CEMENTO ARMATO CLASSE 25 MPA</b> Come da voce d'elenco, dosato con non meno di q.li 3 di cemento per mc di getto.			
			Metro cubo	138'000	17.07.2001
				71.27	
B.3.15b		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN CEMENTO ARMATO CLASSE 30 MPA</b> Idem ; come sopra			
			Metro cubo	151'600	17.07.2001
				78.29	
B.3.15c		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN CEMENTO ARMATO CLASSE 35 MPA</b>			
			Metro cubo	159'600	17.07.2001
				82.43	
B.3.15d		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN C.A O PRECOMPRESSO CL. 40 MPA</b> Comprese casseforme.			
			Metro cubo	238'600	17.07.2001
				123.23	
B.3.16a		<b>CALCESTRUZZO DI PER OPERE IN C.A O PRECOMPRESSO CL. 45 MPA</b> Comprese casseforme.			
			Metro cubo	253'200	17.07.2001
				130.77	
B.3.16b		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN C.A O PRECOMPRESSO CL. 50 MPA</b> Comprese casseforme.			
			Metro cubo	292'400	17.07.2001
				151.01	
B.3.16c		<b>CALCESTRUZZO PER OPERE IN C.A O PRECOMPRESSO CL. 55 MPA</b> Comprese casseforme.			
			Metro cubo	305'200	17.07.2001
				157.62	
B.3.20		<b>INTONACO LISCIO DI CEMENTO</b> Come da voce d'elenco.			
			Metro quadro	20'300	17.07.2001
				10.48	
		<b>B.4 - CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE</b>			
B.4.01		<b>CASSEFORME PIANE ORIZZONTALI O VERTICALI PER CONGLOMERATI CEM.</b> Casseforme, come da voce d'elenco per conglomerati cementizi, piane o con curvatura non inferiore a 10 m di raggio, comprese le gallerie artificiali a copertura rettilinea.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Metro quadro	31'150	17.07.2001
			16.09	
<b>B.4.02</b>	<b>CASSERATURE CURVE O BOMBATE PER STRUTTURE SPECIALI</b> Casseforme per getti di cemento armato o precompresso avente curvatura tridimensionale con raggio di curvatura non superiore a ml 10, atte ad ottenere superfici omogenee d'alta qualità, escluse comunque le cassetture cilindriche o eseguite con materiali preformati, eseguite con pannelli appositamente costruiti per il tipo di struttura di progetto ed assemblati in opera a contenimento del getto, con tutti gli altri oneri di cui al prezzo relativo alle cassetture piane.	Metro quadro	67'350	17.07.2001
			34.78	
<b>B.4.03</b>	<b>CASSEFORME A PERDERE PER GETTI DI SOLETTONI ALLEGGERITI</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	37'150	17.07.2001
			19.19	
<b>B.4.04</b>	<b>ARMATURE PER CASSERI ORIZZONTALI O SUB. PER STRUTTURE RETTILINEE</b> Come da voce d'elenco, ma per strutture aventi raggio di curvatura in orizzontale od in verticale non inferiore a 10 ml. Sono comprese le armature di gallerie artificiali.			
a	<b>LUCE M 40 - 50.</b>	Metro quadro	49'400	17.07.2001
			25.51	
b	<b>LUCE M 30 - 40</b>	Metro quadro	45'350	17.07.2001
			23.42	
c	<b>LUCE M 20 - 30</b>	Metro quadro	37'100	17.07.2001
			19.16	
d	<b>LUCE M 15 - 20</b>	Metro quadro	33'900	17.07.2001
			17.51	
e	<b>LUCE M 10 - 15</b>	Metro quadro	29'500	17.07.2001
			15.24	
f	<b>LUCE 2 - 10</b>	Metro quadro	21'950	17.07.2001
			11.34	
<b>B.4.05</b>	<b>SOVRAPREZZO PER ARMATURE DI CASSEFORME ORIZZONT. CURVE R &lt; 10MT</b> Sovraprezzo alla voce di armature per casseforme di strutture rettilinee in piano, per strutture aventi curvatura orizzontale o verticale inferiore a 10 ml di raggio, compresi tutti gli oneri di adattamento delle strutture dell'armatura alla curvatura disegnata o di maggiorazione di essa per seguire le linee curve disposte.	Percentuale	25	17.07.2001
			0.0129	
<b>B.4.06</b>	<b>MAGGIORAZIONE PER ALTEZZE MEDIE SUPERIORI AI 10 M; PER OGNI 5 M</b> Come da voce d'elenco	Percentuale	10	17.07.2001
			0.0052	
<b>B.4.08</b>	<b>ARMATURE PER CASSERI INCLINATI OLTRE IL 25 % SULLA VERTICALE</b> Compensa l'onere dell'incastellatura di sostegno per il cassero inclinato oltre il 25 e sino al 100 %, sia in ritiro che in aggetto. Si applica per ogni mq di cassero, esclusa la			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	superficie contro terra. Per i casseri inclinati meno del 25 % il prezzo del cassero compensa la sua armatura.	Metro quadro	40'300	17.07.2001
B.4.09	<b>SOVRAPPREZZO AI CASSERI DI IMPALCATI A CASSONE "IN AVANZAMENTO"</b> Sovrapprezzo ai casseri per impalcati a cassone in avanzamento, per impalcati aventi larghezza totale tra i fili da m 10 a m 12,5, da applicarsi alla sola superficie orizzontale dei casseri piani o leggermente ricurvi di impalcato a cassone costruito in opera col sistema in avanzamento. Il sovrapprezzo comprende anche gli oneri per variazione della sezione trasversale, dell'inclinazione e dell'entità degli sbalzi.	Metro quadro	20.81	
B.4.12	<b>ARMATURA AUTOPORTANTE X STRUTTURE IN CAP GETTATE IN OPERA</b> Attrezzatura speciale autoportante per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza di impalcati di ponti o viadotti a cassone in conglomerato cementizio armato precompresso, gettati in opera a sbalzo per conci successivi, a sezione variabile, per larghezze d'impalcato comprese tra i 7,50 m e i 12,5 tra i fili esterni e per luci da m 30,01 a m 80,00; l'attrezzatura sarà corredata da tutte le parti complementari necessarie per il suo funzionamento; compreso ogni onere di trasporto, montaggio, movimentazione e smontaggio. Per ogni mq. di impalcato in proiezione orizzontale, misurato tra i fili esterni delle strutture delle pile.	Metro quadro	29'300	17.07.2001
			15.13	
	a <b>PER SBALZI FINO A M 40,00</b>	Metro quadro	235'900	17.07.2001
			121.83	
	b <b>PER SBALZI DA M 40,01 A M 60,00</b>	Metro quadro	311'800	17.07.2001
			161.03	
	c <b>PER SBALZI OLTRE M 60,01</b>	Metro quadro	356'600	17.07.2001
			184.17	
B.4.13	<b>ARMATURA AUTOVARANTE PER IMPALCATI A CASSONE O A PIASTRA</b> Attrezzatura speciale autovarante per l'esecuzione in opera a qualsiasi altezza di impalcati di ponti e viadotti, a cassone od a piastra, in conglomerato cementizio armato o precompresso, anche a sezione variabile. Compreso il trasporto, montaggio, spostamenti, e ripresa dell'attrezzatura, il nolo di attrezzature complementari (carro portaferro, carrelli autovaranti, centraline idrauliche, motorizzazione, ponteggi, ecc.) ed ogni altra prestazione ed onere. Le luci verranno misurate tra gli assi degli appoggi.			
	a <b>DA M 30 A M 40</b>	Metro quadro	40'950	17.07.2001
			21.15	
	b <b>DA M 40,01 A M 50,00</b>	Metro quadro	51'850	17.07.2001
			26.78	
	c <b>DA M 50,01 A M 60,00</b>	Metro quadro	77'500	17.07.2001
			40.03	
	d <b>DA M 60,01 A M 70,00</b>	Metro quadro	98'350	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	e	DA M 70,01 A M 80,00		50.79	
			Metro quadro	175'400	17.07.2001
	f	DA M 80,01 A M 90,00		90.59	
			Metro quadro	197'100	17.07.2001
				101.79	
<b>B.4.14</b>		<b>CENTINE PER SOSTEGNO DI CASSEFORME PER ARCHI E VOLTI</b> Come da voce d'elenco; comprese gallerie artificiali.			
	a	PER LUCI DA M 2,01 A M 5,00	Metro quadro	24'200	17.07.2001
				12.50	
	b	PER LUCI DA M 5,01 A M 10,00	Metro quadro	38'400	17.07.2001
				19.83	
	c	PER LUCI DA M 10,01 A M 15,00	Metro quadro	56'400	17.07.2001
				29.13	
	d	PER LUCI DA M 15,01 A M 20,00	Metro quadro	76'100	17.07.2001
				39.30	
<b>B.4.15</b>		<b>COMPENSO PER ATTREZZATURE ED ARMATURE PER IMPALCATI A CASSONE</b> Compenso aggiuntivo alle voci di cassetture, e relative armature o centinature, di getti di calcestruzzo armato o precompresso, per l'uso di attrezzature ed armature di qualunque tipo per l'esecuzione di impalcati a cassone gettati in opera, qualora non siano esplicitamente compensati in apposito relativo prezzo. (vedi voce a pg 41 dell'E.P. 1990)	Percentuale	20	17.07.2001
				0.0103	
<b>B.4.16</b>		<b>COPPELLA PREFABBRICATA O CASSAFORMA X SOLETTE SU TRAVI VARATE</b> Coppella (dalla) prefabbricata, confezionata con conglomerato cementizio vibrato con Rck > 35 MPa ed armata con acciaio Fe b 44, di spessore non inferiore a cm 5 e non superiore a cm 8, avente superfici in vista perfettamente piane e lisce, ovvero lavorate con appositi motivi. Qualora venga usata quale cassaforma a perdere, dovrà avere l'armatura sporgente nella parte a contatto con il getto da conglobare nel getto stesso. Data in opera compresa l'armatura in acciaio ed ogni onere di prefabbricazione, trasporto e montaggio. Il prezzo compensa inoltre le casseforme per il getto di solette tra travi prefabbricate e varate; in tal caso si deterranno dal computo della soletta i volumi di calcestruzzo della coppella.	Metro quadro	45'650	17.07.2001
				23.58	
<b>B.4.18</b>		<b>POSA IN OPERA (VARO) TRAVI COSTRUITE FUORI OPERA X IMPALCATI</b> Come da voce d'elenco. Si tiene peraltro conto del minor onere di cassetture e di lavorazione in genere per il calcestruzzo prodotto in officina anziché in sito.			
	a	PER TRAVI DA M 2,01 A M 8,00	Cadauno	178'100	17.07.2001
				91.98	
	b	PER TRAVI DA M 8,01 A M 15,00	Cadauno	312'200	17.07.2001
				161.24	
	c	PER TRAVI DA M 15,01 A M 25,00	Cadauno	1'229'000	17.07.2001
				634.73	

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	d	PER TRAVI DA M 25,01 A M 35,00	Cadauno	1'871'000 966.29	17.07.2001
	e	PER TRAVI DA M 35,01 A M 45,00	Cadauno	2'741'000 1'415.61	17.07.2001
B.4.19		<b>CENTINATURA PER CASSEFORME PER VOLTE DI GALLERIE ARTIFICIALI</b> Come da voce d'elenco, ma per approccio a gallerie naturali a sagoma curva a becco di flauto o comunque sagomate; secondo lo sviluppo effettivo.			
	a	PER LUCI FINO A M 15,00 FRA I PIEDRITTI	Metro quadro	23'150 11.96	17.07.2001
	b	PER LUCI DA M 15,01 A M 30,00 FRA I VIVI DEI PIEDRITTI	Metro quadro	34'000 17.56	17.07.2001
		<b>B.5 - ACCIAI E STRUTTURE IN ACCIAIO</b>			
B.5.01/1		<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A DOPPIO T - LUCI ML.25-40</b> Fornitura e posa di strutture portanti a doppio T in acciaio "Corten" - Luci ml. 25-40, varate dal basso con autogru o di punta, come da voce d'elenco.			
	a	VARO DI PUNTA	Chilogram mo	2'540 1.31	17.07.2001
	b	VARO DAL BASSO	Chilogram mo	2'480 1.28	17.07.2001
B.5.01/2		<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A DOPPIO T - LUCI ML.40.01-70</b> Fornitura e posa di strutture portanti a doppio T in acciaio "Corten" - Luci ml. 40.01-70, varate dal basso con autogru o di punta.			
	a	VARO DI PUNTA	Chilogram mo	2'760 1.43	17.07.2001
	b	VARO DAL BASSO	Chilogram mo	2'730 1.41	17.07.2001
B.5.01/3		<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A DOPPIO T - LUCI OLTRE M 70.01</b> Fornitura e posa di strutture portanti a doppio T in acciaio "Corten" - Luci oltre ml. 70.01, varate di punta ovvero dal basso con autogru.			
	a	VARO DI PUNTA	Chilogram mo	2'970 1.53	17.07.2001
	b	VARO DAL BASSO	Chilogram mo	2'920 1.51	17.07.2001
B.5.02/1		<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A PIASTRA ORTOTROPA - LUCI M 25-40</b>			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci ml. 25-40, Tipologia : piastra ortotropa			
	a VARO DI PUNTA	Chilogram mo	3'420	17.07.2001
			1.77	
	b VARO DAL BASSO	Chilogram mo	3'310	17.07.2001
			1.71	
B.5.02/2	<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A PIASTRA ORTOTR.-LUCI M 40.01-70</b> Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci ml. 40.01-70, varate dal basso con autogru o di punta. Tipologia : piastra ortotropa			
	a VARO DI PUNTA	Chilogram mo	3'610	17.07.2001
			1.86	
	b VARO DAL BASSO	Chilogram mo	3'580	17.07.2001
			1.85	
B.5.02/3	<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A PIASTRA ORTOTR.-LUCI OLTRE 70.01</b> Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci oltre ml. 70.01, varate dal basso con autogru. Tipologia : piastra ortotropa			
	a VARO DI PUNTA	Chilogram mo	3'660	17.07.2001
			1.89	
	b VARO DAL BASSO	Chilogram mo	3'640	17.07.2001
			1.88	
B.5.03/1	<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A CASSONE - LUCI M 25.01 - 40.00</b> Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci ml. 25-40, Tipologia : sezione a cassone			
	a VARO DI PUNTA	Chilogram mo	2'770	17.07.2001
			1.43	
	b VARO DAL BASSO	Chilogram mo	2'700	17.07.2001
			1.39	
B.5.03/2	<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A CASSONE - LUCI M 40.01 - 70.00</b> Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci ml. 40.01-70, varate dal basso con autogru o di punta. Sezione a cassone			
	a VARO DI PUNTA	Chilogram mo	2'830	17.07.2001
			1.46	
	b VARO DAL BASSO	Chilogram mo	2'760	17.07.2001
			1.43	
B.5.03/3	<b>STRUTTURE IN ACC. CORTEN FE510 A CASSONE - LUCI OLTRE 70.01</b> Fornitura e posa di strutture portanti in acciaio "Corten" - Luci oltre ml. 70.01, varate dal basso con autogru. Sezione a cassone			
	a VARO DI PUNTA			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Chilogrammo	2'990	17.07.2001
			1.54	
	<b>b VARO DAL BASSO</b>	Chilogrammo	2'960	17.07.2001
			1.53	
<b>B.5.04</b>	<b>STRUTTURE IN ACCIAIO PER PONTI E CAVALCAVIA</b> Come da voce d'elenco.			
	<b>a ACCIAIO LAMINATO FE 360</b>	Chilogrammo	2'440	17.07.2001
			1.26	
	<b>b ACCIAIO LAMINATO FE 430</b>	Chilogrammo	2'440	17.07.2001
			1.26	
	<b>c ACCIAIO LAMINATO FE 510</b>	Chilogrammo	2'110	17.07.2001
			1.09	
<b>B.5.09/a</b>	<b>TONDINO DI ACCIAIO TIPO FE B 22K BARRE TONDE LISCE</b> Acciaio tipo Feb22k - (1200 kg/cmq) come da voce d'elenco.	Chilogrammo	1'290	17.07.2001
			0.67	
<b>B.5.09/b</b>	<b>TONDINO DI ACCIAIO TIPO FE B 32K BARRE TONDE LISCE</b> Acciaio tipo Feb32k - (1600 kg/cmq), come da voce d'elenco.	Chilogrammo	1'310	17.07.2001
			0.68	
<b>B.5.09/c</b>	<b>TONDINO DI ACCIAIO TIPO FE B 38K BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA</b> Acciaio tipo Feb38k - (2200 kg/cmq) - controllato in stabilimento, come da voce d'elenco.	Chilogrammo	1'340	17.07.2001
			0.69	
<b>B.5.09/d</b>	<b>TONDINO DI ACCIAIO TIPO FE B 44K BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA</b> Acciaio tipo Feb44k - (2600 kg/cmq) - controllato in stabilimento.	Chilogrammo	1'320	17.07.2001
			0.68	
<b>B.5.10</b>	<b>FORNIT./POSA DI RETE ELETTROSALDATA PER ARMATURA DI INTONACI</b> Fornitura e posa di rete elettrosaldada in fili d'acciaio ecc. come da elenco.	Chilogrammo	1'510	17.07.2001
			0.78	
<b>B.5.11</b>	<b>FILO X PRECOMPRESSO ACCIAIO DIAM 4 - 12 MM TIPO FP(0.2)K 1450 MPA</b> Filo di qualsiasi diametro in acciaio, controllato in stabilimento. come da voce d'elenco, salvo le piastre o testate d'ancoraggio che sono da pagare a parte.	Chilogrammo	2'930	17.07.2001
			1.51	
<b>B.5.12</b>	<b>TRECCIA X PRECOMPRESSO ACCIAIO QUAL. DIAM. FP(0.2)K 1600 MPA</b> Come da voce d'elenco; sono escluse eventuali testate od apparecchiature d'ancoraggio solo qualora non siano usate su manufatti a fili aderenti.	Chilogrammo	2'890	17.07.2001
			1.49	
<b>B.5.13</b>	<b>TREFOLO PER PRECOMPRESSO IN ACCIAIO FP(1)K = 1600 MPA</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	Trefolo per strutture in cemento armato precompresso, controllato in stabilimento, come da voce d'elenco, salvo l'eventuale onere delle piastre od apparecchi d'ancoraggio, solo qualora non si tratti di strutture a fili aderenti.	Chilogrammo	3'660 1.89	17.07.2001
B.5.15	<b>TESTATE D'ANCORAGGIO A TESATURA DI TREFOLI O CAVI PER C.A.P.</b> Ancoraggio costituito a piastre ghiera o tubetti, bulloni, dado, tubo, spirale di tondini d'acciaio, ecc, dato finito ed efficiente per cavi formati da filo, barre o trefoli di qualsiasi diametro per tesatura di cementi armati precompressi; sono compresi gli eventuali oneri di brevetto. Prezzo dato per un cavo nominale di 1 kg/ml e da applicarsi al peso reale di un cavo, per ogni testata e per ogni tonnellata.	Chilogrammo	1'180 0.61	17.07.2001
B.5.16	<b>ACCIAIO IN BARRE TIPO DIWIDAG X C.A.P. CON FPYK &gt; 835 MPA</b> Acciaio in barre - 800 N/mm <sup>2</sup> come da voce d'elenco.			
	a <b>BARRE AVENTI FPYK &gt; 835 MPA ED FPTK &gt; 1030 MPA</b>	Chilogrammo	3'460 1.79	17.07.2001
	b <b>BARRE AVENTI FPYK &gt; 1080 MPA E FPTK &gt; 1230 MPA</b>	Chilogrammo	3'630 1.87	17.07.2001
B.5.19	<b>FIBRE IN ACCIAIO PER ARMATURA DI CALCESTRUZZO</b> Fibre di acciaio per armatura diffusa di calcestruzzi o di spritz-beton per rivestimento di opere d'arte o gallerie sia naturali che artificiali, compresi gli oneri di miscelazione delle fibre nel getto ed i maggiori oneri di getto o spruzzatura del calcestruzzo. Il prezzo verrà applicato ai volumi di calcestruzzo ordinati da trattare, in misura non superiore a kg 30 per mc, qualunque sia la quantità ulteriore di fibra eventualmente immessa od i volumi di calcestruzzo effettivamente trattati.	Chilogrammo	3'040 1.57	17.07.2001
B.5.25	<b>SOVRAPREZZO AI TONDINI DI ACCIAIO PER ZINCATURA A CALDO</b> Sovraprezzo ai prezzi di tondino di acciaio in barre tonde per cementi armati o cementi armati precompressi, per la protezione superficiale data con zincatura minima compresa tra 60 e 100 micron effettuata con trattamento a caldo in officina, compreso ogni onere di lavorazione e trasporto.	Percentuale	10 0.0052	17.07.2001
	<b>B.6 - OPERE DI RIVESTIMENTO E PROTEZIONE</b>			
B.6.01	<b>CALCESTRUZZO SPRUZZATO (AP)-R'CK 20 MPA</b> Come da voce d'elenco	Metro cubo	182'200 94.10	17.07.2001
B.6.02	<b>RIVESTIMENTI CON CALCESTRUZZO SPRUZZATO (AP) R'CK 20 MPA</b> Rivestimenti con calcestruzzo spruzzato (AP)-R'bk = 20 N/mm <sup>2</sup> come da voce d'elenco.			
	a <b>RIVESTIMENTO DI CM.5</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Metro quadro	12'600	17.07.2001
			6.51	
	b RIVESTIMENTO DI CM. 10	Metro quadro	22'100	17.07.2001
			11.41	
	c RIVESTIMENTO DI CM. 15	Metro quadro	31'550	17.07.2001
			16.29	
	d RIVESTIMENTO DI CM. 20	Metro quadro	37'850	17.07.2001
			19.55	
B.6.03	<b>CALCESTRUZZO SPRUZZATO (AP) R'CK 30 MPA</b> Calcestruzzo spruzzato (AP) R'ck 30 N/mm <sup>2</sup> ; come da voce d'elenco.	Metro cubo	195'300	17.07.2001
			100.86	
B.6.04	<b>RIVESTIMENTO DI CALCESTRUZZO SPRUZZATO (AP) R'CK 30 MPA</b> Rivestimento di calcestruzzo spruzzato (AP)-R'ck = 30 N/mm <sup>2</sup> .			
	a RIVESTIMENTO DI CM. 5	Metro quadro	16'450	17.07.2001
			8.50	
	b RIVESTIMENTO DI CM. 10	Metro quadro	25'600	17.07.2001
			13.22	
	c RIVESTIMENTO DI CM. 15	Metro quadro	32'900	17.07.2001
			16.99	
	d RIVESTIMENTO DI CM. 20	Metro quadro	42'050	17.07.2001
			21.72	
B.6.05	<b>INTONACO LISCIO DI CEMENTO</b> Come da voce d'elenco.			
	a DELLO SPESSORE DI MM 10	Metro quadro	4'450	17.07.2001
			2.30	
	b DELLO SPESSORE DI MM 20	Metro quadro	5'900	17.07.2001
			3.05	
B.6.06	<b>INTONACO DI GUNITE ANCHE ARMATA CON SPES. MEDIO MM 30 - 40</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	10'650	17.07.2001
			5.50	
B.6.07	<b>RIVESTIMENTO PLATEE CON PIETRAME E MALTA CEMENTIZIA SPES.&gt; 15 CM</b> Come da voce di elenco prezzi.	Metro quadro	54'500	17.07.2001
			28.15	
B.6.10	<b>TRATTAMENTO PROTETTIVO PER SUPERFICI DI CLS. IN INTRADOSSO</b> Trattamento protettivo traspirante per superfici di calcestruzzo su intradossi di impalcati, pareti di spalle, pile, pulvini, frontali e coronamenti, mediante applicazione di un ciclo protettivo formato da tre strati di prodotti vernicianti ad un componente, indurente all'aria. Le caratteristiche di composizione dei tre strati dovranno essere le seguenti: 1 strato - mano di fondo consolidante dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>monocomponente, non pigmentata, dispersa nel relativo solvente;            2 strato - mano di copertura di colore grigio dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica monocomponente, biossido di titanio e pigmenti, dispersi nel relativo solvente;            3 strato - mano di copertura di colore grigio dello spessore in micron di cui al sottoprezzo, costituita da resina acrilica monocomponente e biossido di titanio, dispersi nel relativo solvente.            Gli spessori si intendono misurati sul film secco.            Compresa ogni prestazione, fornitura ed onere, compresa la preparazione del sottofondo con lavaggio a pressione, solo esclusi i ponteggi e per ogni mq di superficie effettivamente coperta.</p>				
	<b>a</b>	<b>LEGGERO: 1' STRATO 35 MCR, 2' E 3' STRATO DI 60 MICRON</b>	Metro quadro	21'050 10.87	17.07.2001
	<b>b</b>	<b>PESANTE: 1' STRATO 40 MCR, 2' E 3' STRATO 150 MICRON</b>	Metro quadro	28'300 14.62	17.07.2001
<b>B.6.11</b>		<p><b>TRATTAMENTO PROTETT.PER SUPERFICI D'ESTRADOSSO D'IMPALCATO</b>            Trattamento protettivo per superfici di estradosso delle solette di ponte per la protezione contro le aggressioni chimiche (sali, cloruri, solfati ecc.) nonché per l'isolamento contro le sottotensioni di vapore e per l'esecuzione di successivi trattamenti di impermeabilizzazione; il trattamento verrà eseguito, previa pulitura e ravvatura delle superfici del calcestruzzo con idropulitura od idrolavaggio, nonché stuccatura e regolarizzazione con malte cementizie antiritiro, questi da pagare a parte, attraverso:            a) stesura a rullo di primer epossidico in dispersione acquosa in ragione di kg 0,2 per mq;            b) stesura in unico strato di materiale a base di leganti cementizi modificati con polimeri sintetici epossidici in dispersione acquosa a consistenza autolivellante predosata a tre componenti con spessore di 2 mm.            Per ogni metro quadrato e per lo spessore minimo di mm 2 di trattamento.</p>	Metro quadro	36'050 18.62	17.07.2001
<b>B.6.12</b>		<p><b>SOVRAPPREZZO PER CALCESTRUZZO AD ALTA DURABILITA'</b>            Sovrapprezzo per calcestruzzo speciale, con alte caratteristiche di durabilità, compattezza e resistenza alle aggressioni chimiche (atmosfera industriali od ambienti marini), composto di cemento d'alto forno con dosaggio minimo di 350 kg/mc e massimo di 450 kg/mc; consistenza fluida (slump &gt; 16 cm) ottenibile attraverso l'uso di additivi superfluidificanti; rapporto a/c &lt; 0,45; additivato con dispersione acquosa non sedimentabile contenente i seguenti principi attivi (contenuto in peso di sostanze solide): minimo 20 % di microsilice ad alta reattività alcalina (SiO<sub>2</sub> non inferiore al 90%, superficie specifica non inferiore a 20 mq/grammo); minimo 10 % di polimeri sintetici leganti non idrosolubili resistenti agli alcali; polimeri sintetici idrosolubili tensioattivi all'1% con dosaggio minimo della dispersione di 50 kg per mc di calcestruzzo.</p>	Metro cubo	176'600 91.21	17.07.2001
<b>B.6.15</b>		<p><b>CAPPA IN ASFALTO NATURALE DELLO SPESSORE FINITO DI MM 20</b>            Come da voce d'elenco.</p>	Metro quadro	12'650 6.53	17.07.2001
<b>B.6.16</b>		<b>CAPPA DI ASFALTO SINTETICO DELLO SPESSORE</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>FINITO DI MM 10</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	6'220 3.21	17.07.2001
<b>B.6.17</b>	<b>TRATTAM. IMPERMEABILIZZANTE ARMATO PER ESTRADOSSI DI IMPALCATI</b> Trattamento impermeabilizzante armato continuo di estradossi di solette da adibire al passaggio del traffico, realizzato in opera mediante: a) spalmatura a caldo ad alta temperatura di bitume modificato con gomme termoplastiche (cont.min. 8 %) previa accurata pulizia della superficie, compresa bocciardatura od idrolavaggio (previa anche eventuale stuccatura e regolarizzazione con malte cementizie antiritiro da pagare a parte), nonche' stesa di primer d'ancoraggio a solvente; lo strato di bitume modificato sara' in grado di colmare tutte le irregolarita' del supporto ed avra' spessore non inferiore a mm 2; b) telo di tessuto in poliestere trevira/spunbond del peso di gr 200/mq, totalmente im pregnato a caldo con bitume modificato come sopra, sovrapposto alle giunzioni per cm 15; c) secondo strato spalmato a caldo ad alta temperatura come al punto a), dello spessore minimo di mm 1;	Metro quadro	17'600 9.09	17.07.2001
	<b>B.7 - INIEZIONI PER MURATURE E CAP, APPOGGI, GIUNTI E FINITURE</b>			
<b>B.7.01</b>	<b>SOVRAPPR. INIEZ. CAVI PRECOMPR. A CEMENTO REOPLASTICO</b> Sovraprezzo per iniezione di cavi di precompressione a mezzo di cemento reoplastico preconfezionato, appositamente predisposto in confezione pronta all'uso, iniettato con le necessarie avvertenze e prove di effettivo completo riempimento dei cavi da iniettare con la fuoriuscita di almeno il 10 % del prodotto all'estremita' opposta del cavo. Compresa ogni fornitura, magistero ed onere necessario alla perfetta esecuzione dell'iniezione.	Metro lineare	4'520 2.33	17.07.2001
<b>B.7.04</b>	<b>BARRE DI COLLEGAMENTO DI IMPALCATI IN ACCIAIO TIPO C.40</b> Fornitura e posa in opera di barre di collegamento impalcati, in acciaio C 40 controllato in stabilimento, normalizzato della lunghezza di 5400 mm con estremita' rifollate e filettate per circa 200 mm; cadauna completa di dadi (2 M42), piastre d'acciaio predisposte per l'attacco delle barre (min 40*140*200 Fe 52), guaine (n'2 in nastro metallico diam. mm 65/70), tubi in PVC (2 diam. 63 mm) con fascetta e guaine in neoprene a soffietto (lungh min 60 mm) e sigillata con idoneo mastice. Compreso ogni magistero, fornitura accessoria ed onere.			
	<b>a DIAMETRO 40 MM</b>	Cadauno	697'700 360.33	17.07.2001
	<b>b DIAMETRO 50 MM</b>	Cadauno	780'300 402.99	17.07.2001
	<b>c DIAMETRO 60 MM</b>	Cadauno	919'000 474.62	17.07.2001
	<b>d DIAMETRO 70 MM</b>	Cadauno	1'185'000 612.00	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	e	<b>PER OGNI ML OLTRE 5,40 PER OGNI BARRA</b>	Percentuale	10	17.07.2001
				0.0052	
B.7.05/1		<b>APPARECCHIO DI APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON - TIPO FISSO</b> Apparecchio di appoggio in acciaio politetrafluorene (teflon) di tipo fisso come da voce d'elenco.			
	a	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 151 A 250 TON</b>	Tonnellata	7'480 3.86	17.07.2001
	b	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 251 A 1000 TON</b>	Tonnellata	5'750 2.97	17.07.2001
	c	<b>APPOGGI OLTRE TON 1000</b>	Tonnellata	6'330 3.27	17.07.2001
B.7.05/2		<b>APP. APPOGGIO IN ACCIAIO-TEFLON MULTIDIREZIONALE - SCORR.&lt; 50 MM</b> Apparecchio di appoggio in acciaio - teflon tipo mobile multidirezionale, come da voce d'elenco, ma per scorrimenti complessivi non maggiori di 50 mm.			
	a	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 151 A 250 TON</b>	Tonnellata	8'640 4.46	17.07.2001
	b	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 251 A 1000 TON</b>	Tonnellata	7'690 3.97	17.07.2001
	c	<b>APPOGGIO PER CARICHI SUPERIORI A 1000 TONN</b>	Tonnellata	7'790 4.02	17.07.2001
B.7.05/3		<b>APPAR. APPOGGIO ACCIAIO-TEFLON UNIDIREZIONALE - SCORR. &lt; 50 MM</b> Apparecchio di appoggio tipo mobile unidirezionale, come da voce d'elenco, ma con scorrimenti non maggiori di 50 mm.			
	a	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 151 A 250 TON</b>	Tonnellata	9'670 4.99	17.07.2001
	b	<b>APPOGGIO PER CARICHI DA 251 A 1000 TON</b>	Tonnellata	8'050 4.16	17.07.2001
	c	<b>PER CARICHI OLTRE LE 1000 TON</b>	Tonnellata	7'900 4.08	17.07.2001
B.7.06		<b>SOVRAPREZZO AGLI APPOGGI PER SCORRIMENTI &gt; 50 MM</b> Sovraprezzo alle voci relative agli appoggi unidirezionali e multidirezionali per scorrimenti maggiori di 50 mm. Aumento percentuale sulle voci relative, applicato una sola volta, secondo l'escursione massima di progetto.			
	a	<b>DA 51 A 100 MM</b>	Percentuale	3	17.07.2001
				0.00155	
	b	<b>DA 101 A 200 MM</b>	Percentuale	5	17.07.2001
				0.00258	
	c	<b>DA 201 A 300 MM</b>	Percentuale	5	17.07.2001
				0.00258	
B.7.09		<b>SOVRAPP. PER APP. UNIDIREZIONALE AUTORIENTANTE</b> Sovraprezzo alle voci relative agli apparecchi d'appoggio in acciaio-"teflon" del tipo cilindrico per l'introduzione d'un asse di scorrimento auto orientante con guida di scorrimento dotata di cuscini elastici metallici di filo d'acciaio o di altra specifica soluzione tecnica idonea a consentire l'automatico direzionamento dell'asse della guida cilindrica, per l'impiego su ponti o viadotti ad ase curvilineo o comunque ove sia			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	necessario adattare lo stato di coazione a mutevoli circostanze di esercizio. Aumento percentuale sul prezzo degli appoggi.	Percentuale	5 0.00258	17.07.2001
B.7.10	<b>MALTA EPOSSIDICA PER ALLETTAMENTO APPOGGI</b> Come da voce d'elenco.	Decimetro cubo	31'100 16.06	17.07.2001
B.7.11	<b>APPARECCHI DI APPOGGIO IN NEOPRENE ARMATO</b> Fornitura e posa in opera di apparecchi di appoggio in neoprene armato con lastre di acciaio inossidabile, dotati, ad una delle estremita', di lastra di teflon. La fornitura verra' eseguita secondo le norme tecniche di capitolato ed i disegni di progetto. Compresi magazzinaggio, trasporto, prove per l'esatto posizionamento nella sede prevista, compreso l'uso di malta di allettamento altrimenti compensata ed ogni altro onere per dare compiuto il lavoro a regola d'arte.	Decimetro cubo	21'000 10.85	17.07.2001
B.7.15	<b>GIUNTO DI DILATAZ. SOTTOPAVIMENTAZIONE IN LAMIERA X SC. &lt; 20 MM</b> Giunto di dilatazione ed impermeabilizzazione sotto pavimentazione, adatto per scorrimenti inferiori a mm 20, eseguito con lamiera in acciaio inox dello spessore di 30/10 e della larghezza di mm 60, ancorata in un solo lato ad angolari metallici leggeri, fortemente zancati nello spessore delle solette e completato da scossalina in neoprene incollata ai bordi con idonea resina epossidica. Il prezzo comprende inoltre l'armatura della pavimentazione con doppio strato di rete in polipropilene per una larghezza non inferiore a m 6 a cavallo del giunto ed inoltre tutte le forniture, i magisteri e gli oneri per dare il lavoro compiuto a regola d'arte.	Metro lineare	404'900 209.11	17.07.2001
B.7.16	<b>GIUNTO DI DILATAZIONE SOTTOPAVIMENTAZIONE IN NEOPRENE: S&lt; 40 MM</b> Fornitura in opera di giunto di dilatazione ed impermeabilita' sotto pavimentazione adatto per assorbire scorrimenti degli impalcati fino a mm. 40, costituito da: - sistema di ancoraggio realizzato con zanche di amarraggio (tirafondi) in acciaio di idonee dimensioni e sezione; - elementi contrapposti, da fissare alle solette continue, in neoprene per giunti stradali, previa stesa di resina di allettamento, interamente vulcanizzato ad elementi metallici che ne costituiscono supporto ed armatura interposta; - profilo in neoprene, connesso con continuita' agli elementi di cui sopra, rinforzato con tessuto di nylon ed avente sagomatura e dimensione idonea. - copertura del profilo in neoprene a mezzo di resine epossidiche Il tutto posto in opera a regola d'arte sottopavimentazione. - Per ogni metro lineare:	Metro lineare	610'600 315.35	17.07.2001
B.7.17	<b>GIUNTO DILATAZIONE A PETTINE IN LEGA ALLUMINIO;</b> Giunto di dilatazione ed impermeabilita' a livello di pavimentazione, eseguito in lega di alluminio ed acciaio inossidabile, adatto per assorbire scorrimenti degli impalcati da mm 100 a mm. 600 per strutture continue o collegate a cerniera, giunti costituiti da: - sistema di ancoraggio realizzato con tirafondi di idonea sezione e lunghezza, inghisati nel corpo del calcestruzzo della struttura con malta epossidica; nel caso di strutture in acciaio i collegamenti saranno saldati o congiunti a mezzo di bulloni ad alta resistenza; - scossalina di impermeabilizzazione e drenaggio in neoprene armato con rete in maglia quadrata di juta imputrescibile, fissata ai bordi da collegare a mezzo di adesivo epossidico, previa ravvatura dell'estradosso della struttura;			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pettini contrapposti in lega speciale di alluminio ed acciaio, delle dimensioni accettate dalla D.L., da fissare al sistema di ancoraggio a mezzo di bulloni in acciaio inossidabile a completa scomparsa nel corpo del pettine;</li> <li>- sistema di masselli di raccordo alla pavimentazione realizzato con pettini di malta epossidica ad altissima resistenza alla compressione ed armati a trazione, aventi le seguenti dimensioni: larghezza non inferiore a mm 80, intervallo a non più di mm 1000, addentramento nella pavimentazione da entrambi i lati del giunto per non meno dell'intervallo tra i denti del pettine.</li> <li>- Per ogni metro lineare:</li> </ul>			
	<b>a PER SCORRIMENTO FINO A MM 100</b>	Metro lineare	1'850'000	17.07.2001
			955.45	
	<b>b FINO A MM 150</b>	Metro lineare	2'077'000	17.07.2001
			1'072.68	
	<b>c FINO A MM 200</b>	Metro lineare	2'579'000	17.07.2001
			1'331.94	
	<b>d FINO A MM 250</b>	Metro lineare	3'180'000	17.07.2001
			1'642.33	
	<b>e FINO A MM 300</b>	Metro lineare	4'128'000	17.07.2001
			2'131.93	
	<b>f FINO A MM 400</b>	Metro lineare	5'050'000	17.07.2001
			2'608.11	
	<b>g FINO A MM 600</b>	Metro lineare	6'356'000	17.07.2001
			3'282.60	
<b>B.7.18</b>	<p><b>GIUNTO DI SUPERFICE TRA IMPALCATI COLLEGATI A CERNIERA</b></p> <p>Giunto di collegamento ed impermeabilizzazione di superficie tra impalcati semplicemente appoggiati e collegati a cerniera a livello soletta, ovvero ancorati a mezzo di appoggi fissi, giunto costituito da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sistema di ancoraggio, protezione e tenuta realizzato con profili metallici a T con la parte superiore lavorata liscia od a pettine, completi di zanche;</li> <li>- estruso in neoprene di appropriata sagomatura particolare, direttamente vulcanizzato al sistema di ancoraggio;</li> </ul> <p>Il giunto (cd "a tampone") dovrà essere adatto a trasmettere forze di compressione fino a 40 KN/ml tra le campate contigue.</p> <p>Sono compresi nel prezzo tutti i magisteri ed oneri per dare il giunto compiuto a regola d'arte.</p>	Metro lineare	548'900	17.07.2001
			283.48	
<b>B.7.19</b>	<p><b>GIUNTO DI DILATAZIONE IN BARRE DI GOMMA ARMATA</b></p> <p>Giunto di dilatazione ed impermeabilizzato adatto per assorbire in modo elastico scorrimenti longitudinali degli impalcati tra mm 100 ed 800, nonché rotazioni e movimenti tra le testate delle solette sia in senso verticale che laterale, eseguito con moduli piastra in gomma armata a norma CNR 10018/85. Il giunto sarà così costituito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sistema di ancoraggio con zanche, tirafondi e viti di opportune dimensioni nonché dispositivi di guida per impedire che il giunto si sollevi dal piano di appoggio;</li> <li>- moduli a piastra di gomma armata, completi di elementi in gomma a soffietto, da assemblare in opera, dimensionati per garantire lo scorrimento longitudinale previsto;</li> <li>- scossalina di acciaio inox a garanzia di impermeabilità;</li> <li>- sistema di drenaggio acque di sottopavimentazione realizzato mediante profilat ad L in acciaio inox;</li> </ul>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>- masselli di raccordo con la pavimentazione bituminosa in malta reoplastica fibrorinforzata;  - lamiere di acciaio inox sagomate per il rivestimento della parte terminale delle testate contigue al fine di ottenere delle superfici di scorrimento inalterabili.  Dato in opera compresi tutti i magisteri e le forniture necessarie.</p>			
	<b>a SCORRIMENTI FINO A MM 100</b>	Metro lineare	1'753'000 905.35	17.07.2001
	<b>b SCORRIMENTI FINO A MM 200</b>	Metro lineare	2'569'000 1'326.78	17.07.2001
	<b>c SCORRIMENTI FINO A MM 300</b>	Metro lineare	4'114'000 2'124.70	17.07.2001
	<b>d SCORRIMENTI FINO A MM 400</b>	Metro lineare	5'025'000 2'595.20	17.07.2001
	<b>e SCORRIMENTI FINO A MM 600</b>	Metro lineare	6'326'000 3'267.11	17.07.2001
	<b>f SCORRIMENTI FINO A MM 800</b>	Metro lineare	8'583'000 4'432.75	17.07.2001
<b>B.7.20</b>	<p><b>GIUNTO DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITA' A TAMPONE</b>  Realizzazione di giunto di dilatazione ed impermeabilità a livello pavimentazione del tipo a tampone mediante:  a) - due tagli trasversali, con idonea sega a disco, della pavimentazione bituminosa;  b) - asportazione trasporto a rifiuto della pavimentazione bituminosa compresa tra i due tagli, senza arrecar danno a quella esterna agli stessi;  c) - eventuale asportazione dei materiali costituenti il giunto esistente comunque realizzato ed incompatibili con il giunto da realizzare;  d) - preparazione dell' estradosso della soletta mediante energica soffiatura ed eventuale bocciardatura se esplicitamente richiesta dalla Direzione Lavori dopo l'esecuzione delle precedenti fasi a), b), c).  e) - Pulizia e rattivatura delle testate contrapposte delle solette mediante spazzolatura, soffiatura ed asportazione di eventuali incrostazioni di boiaccia e di eventuali materiali estranei.  f) - una scossalina di drenaggio realizzata in gomma sintetica o guaina bituminosa armata, di idonea ampiezza e sagomatura, incollata ai terminali della soletta con primer di bitume o resina epossidica.  g) - uno strato di geotessile e di rete metallica zincata di peso adeguati, da fissare con malta bituminosa elastomerizzata;  h) - fascia di guaina bituminosa armata con tessuto non tessuto in ragione di kg. 180 per mq;  i) - colata di mastice bitume elastomero multipolimerizzato, previo riscaldamento in sistema termica munita di sistema autonomo di riscaldamento a temperatura costante di 170°C;  l) - eventuale aggiunta nel mastice di inerti di 1° categoria di pezzatura 20 mm preventivamente lavati e riscaldati alla temperatura di 150°C;  Il tutto posto in opera a perfetta regola d'arte.</p>			
		Metro quadro	378'900 195.69	17.07.2001
<b>B.7.21</b>	<p><b>FORNITURA E POSA DI SCOSSALINA IN NEOPRENE - SPESSORE DI MM.3</b>  Fornitura e posa in opera di scossalina in neoprene dello spessore di mm.3 e della larghezza di mm. 180; fissata con incollaggio di resina alla testata delle solette in un unico elemento per tutta la lunghezza del giunto.</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	- Per ogni metro lineare:	Metro lineare	63'750 32.92	17.07.2001
B.7.22	<b>GIUNTO DI CORDOLO PER MARCIAPIEDI</b> Fornitura e posa di giunto di cordolo costituito da una scossalina composta da una striscia continua di idoneo tessuto imputrescibile, di larghezza variabile a seconda delle aperture dei bordi delle solette, da incollare al calcestruzzo mediante idonea resina epossidica avente la zona centrale rivestita in entrambe le facce per una larghezza di 180 - 230 mm, da due lamine continue in neoprene od elastomero ad altissima resistenza all'invecchiamento, vulcanizzata a caldo. La striscia sarà di spessore totale di mm 3 e verrà conformata ad omega rovescio a lunghezza intera. Per ogni metro lineare compresa ogni fornitura e magistero.	Metro lineare	244'100 126.07	17.07.2001
B.7.25	<b>BOCCHETTONI IN LASTRE DI PIOMBO PER SCARICO ACQUE</b> Come da voce d'elenco.	Chilogrammo	5'390 2.78	17.07.2001
B.7.26	<b>BOCCHETTA DI RACCOLTA E SCARICO DI ACQUE DA IMPALCATI</b> Complesso di bocchetta per la raccolta e lo scarico di acque dalle pavimentazioni degli impalcati, sagomato a bocca di lupo e costituito dai seguenti elementi, forniture e magisteri: 1) caditoia modellata nel calcestruzzo della soletta, anche con scavo a scalpello manuale, con uso di malta additivata e mano di ancoraggio, sagomata in forma di vortice da monte, e raccordata alla superficie della soletta esistente, con eventuale adattamento dei ferri superficiali della soletta; 2) ripresa a caldo della impermeabilizzazione, comunque eseguita, per darvi continuità fino all'imbocco dello scarico; completamento della caditoia attraverso dispositivo per la raccolta dell'acqua proveniente da sotto impermeabilizzazione, con accompagnamento dell'acqua stessa almeno a 10 cm sotto il compluvio con l'acqua proveniente dalla carreggiata; 3) griglia di protezione agganciata alla parte superiore della cordonata in modo da poterla togliere in corso di pulizie; 4) coppella di chiusura della bocca di lupo, ancorata alla cordonata del marciapiede o cordolo dell'impalcato; Il complesso può essere predisposto in fase di getto della soletta ed eseguito a getto avvenuto e comprenderà ogni materiale, magistero ed onere per la raccolta delle acque dalla superficie dell'impalcato e dagli strati di pavimentazione ed il loro avvio alla caditoia di scarico delle acque.	Cadauno	175'000 90.38	17.07.2001
B.7.27	<b>GRONDAIE DI SCARICO ACQUE D'IMPALCATI - TUBAZIONI PVC RIGIDO</b> Scarichi acqua per impalcati realizzati con tubazioni PVC ad alta durabilità di diametro variabile da cm 10 a cm 30 dati in opera, compreso l'attacco con il complesso di invito e raccolta delle acque dell'impalcato; lo scarico verrà eseguito a qualunque altezza, e portato a qualunque quota ed anche fino al terreno, ancorando le tubazioni alle murature con staffoni di acciaio inossidabile, completi di collari e bulloni pure di acciaio inox. Qualora la tubazione sia fatta terminare prima del terreno, si dovrà garantire che il flusso dell'acqua cadente, si svolga in modo da non investire superfici del manufatto, anche in presenza di vento, e che la tubazione termini ad una quota inferiore di almeno m. 1 sotto il punto più basso dell'impalcato, con taglio a becco di flauto. Sono compresi tutti gli oneri di fornitura delle tubazioni e dei pezzi speciali occorrenti; il loro accoppiamento a fusione, salvo quelli da eseguire con giunti di tenuta a freddo a mezzo di anelli di gomma stabilizzata; gli ancoraggi alla struttura con staffe, collari e bulloni in acciaio inossidabile; ogni altro onere e magistero necessario per eseguire lo scarico a			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>qualunque altezza, sia in fase di costruzione dell'impalcato che a completamento avvenuto.</p> <p>a <b>DIAM. ESTERNO MM 100 E SPESSORE &gt; MM 3,2</b></p>	Metro lineare	10'250	17.07.2001
			5.29	
	b <b>DIAM. ESTERNO MM 125 E SPESS. &gt; MM 3,8</b>	Metro lineare	13'900	17.07.2001
			7.18	
	c <b>DIAM. ESTERNO MM 160 E SPESS. &gt; MM 4,2</b>	Metro lineare	18'500	17.07.2001
			9.55	
	d <b>DIAM. ESTERNO MM 200 3 SPESS &gt; MM 4,5</b>	Metro lineare	23'800	17.07.2001
			12.29	
<b>B.7.30</b>	<b>FORNITURA E POSA IN OPERA DI MANUFATTI IN FERRO PROFILATO</b> Come da voce d'elenco.	Chilogrammo	3'790	17.07.2001
			1.96	
<b>B.7.31</b>	<b>FORN./POSA TUBAZIONI IN PVC D. CM 10 PER ALLOGGIAMENTO CAVI</b> Come da voce d'elenco.	Metro lineare	3'930	17.07.2001
			2.03	
<b>B.8.01</b>	<b>B.8 - MANUFATTI PREFABRICATI</b> <b>PANNELLI PREFABBRICATI IN C.A. A FACCIAVISTA E CASSERATURA GETTI</b> Pannelli in cls aventi la resistenza RCK non inferiore a 30 MPa, armati con rete saldata in tondino d'acciaio, dello spessore da cm 6 a cm 10, con una superficie, da adibire a faccia vista, finita a ghiaia lavata o lavorata a disegni di tipo accettato dalla D.L.; i pannelli verranno collocati in posizione verticale o subverticale e saranno completati da armatura sporgente da annegare nel calcestruzzo da gettare nella parte posteriore del pannello e nei confronti del quale esso fungerà da cassetta verticale che come tale non verrà compensata a parte. Il prezzo comprende la fugatura dei giunti tra pannelli contigui ed ogni onere di fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto a regola d'arte, compreso il fissaggio al piede in incavo precedentemente disposto e l'ancoraggio in sommità con bulloni in acciaio inox. Per mq di superficie in verticale.	Metro quadro	61'650	17.07.2001
			31.84	
<b>B.8.04</b>	<b>MURI DI SOSTEGNO PREFABBRICATI IN C.A. CLASSE 300</b> Muri di sostegno costituito da pannelli in conglomerato cementizio armato vibrato, prefabbricati in serie in stabilimento, irrigiditi nella parte interna da una costola o barbacane o tirante estendenti per l'intera altezza e da una platea in conglomerato cementizio armato gettata in opera. Il muro sarà realizzato secondo gli elaborati di progetto, verificati e fatti propri dall'impresa e le prescrizioni delle norme tecniche. Dato in opera compreso: la fornitura e posa in opera dei pannelli e dei tiranti o barbacane; la costruzione della platea; la sigillatura dell'articolazione tirante-pannello con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato; l'esecuzione di un bordino di finitura in malta cementizia al piede dei pannelli; la fornitura e posa in opera di un profilato in PVC nei giunti tra i pannelli; i maggiori oneri di compattazione del rilevato a tergo del muro; ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Solo escluso:			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	gli scavi, il conglomerato cementizio di fondazione, l'eventuale drenaggio a tergo del muro e l'eventuale coronamento in sommità.			
	<b>a ALTEZZA INFERIORE M 2,00</b>	Metro quadro	272'200	17.07.2001
			140.58	
	<b>b ALTEZZA M 2,01 - 4,00</b>	Metro quadro	305'900	17.07.2001
			157.98	
	<b>c ALTEZZA M 4,01 - 6,00</b>	Metro quadro	343'900	17.07.2001
			177.61	
	<b>d ALTEZZA M 6,01 - 8,00</b>	Metro quadro	391'300	17.07.2001
			202.09	
	<b>e ALTEZZA M 8,01 - 10,00</b>	Metro quadro	490'900	17.07.2001
			253.53	
	<b>f PER ALTEZZE DA 10,01 AD 11,00 M</b>	Metro quadro	553'500	17.07.2001
			285.86	
<b>B.8.05</b>	<b>SOVRAP.AI MURI PREFABBRICATI PER PARAMENTO IN PIETRA O DISEGNATO</b> Sovrapprezzo all'articolo dei muri di sostegno in pannelli di c.a. prefabbricati per rivestimento del paramento esterno con lastre in pietra naturale o porfido dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte ad opera incerta ed inglobate nel getto. Compensa anche l'esecuzione di disegni, rilievi, scanalature, curvature ecc., che si rendessero necessarie e con l'apporto di un ulteriore spessore minimo di cm 2, che dovessero essere richieste per ragioni estetiche od ambientali ed eseguite in luogo del rivestimento in pietrame.			
		Metro quadro	83'550	17.07.2001
			43.15	
<b>B.8.06</b>	<b>MURI DI SOSTEGNO CELLULARI CON ASTE O CONTENITORI IN C.A.V.</b> Struttura di contenimento e/o di sostegno del terreno, del tipo a gravità, costituita da aste, tralicci ecc. in c.a. vibrato di classe 35 MPa, con armatura non inferiore a quanto prescritto dall'art. 21 della Legge n° 1086/71 e successive modificazioni; variamente configurate, dotate di incastri, sporgenze ed incavi, prefabbricati in serie in stabilimento, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura. La struttura sarà realizzata secondo i disegni di progetto, verificati e fatti propri dall'impresa e le prescrizioni delle norme tecniche, in grado di sostenere una scarpa superiore indefinita ad 1/1 con materiale ang. d'attr. 20° e c = 0. La configurazione delle pareti longitudinali della struttura potrà essere verticale od a scarpa non superiore a 32°. Tutti gli elementi longitudinali ed in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita di terreno agrario e piantumata con essenze arbustive, rampicanti e/o rivestenti a scelta della D.L. Data in opera compreso: la fornitura e posa in opera degli elementi in c.a. vibrato, del materiale lapideo sciolto all'interno degli scomparti cellulari, del terreno agrario per le vaschette, delle piantine di essenze arbustive; gli oneri per eventuali deviazioni di acqua ed aggettamenti; ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Solo escluso gli scavi di formazione del piano di posa e l'eventuale base di appoggio in calcestruzzo. Rapporto volumetrico tra elementi in C.A.V. e strutture non inferiore a 11/100. Per mc di volume complessivamente			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	racchiuso dagli elementi in C.A.V.			
		Metro cubo	180'500 93.22	17.07.2001
<b>B.8.07</b>	<b>SOVRAPREZZO AI MURI RETICOLARI CON ASTE IN C.A.V.</b> Sovraprezzo ai muri reticolari per ogni centesimo di incremento del rapporto volumetrico e per ogni 100 lire del prezzo base.			
		Percentuale	5 0.00258	17.07.2001
<b>B.8.08</b>	<b>STRUTTURE CONTENIMENTO SCARPATE A ELEMENTI SCATOLARI PREFABBR.</b> Strutture di contenimento di scarpate costituite da elementi scatolari retti o variamente curvi secondo qualunque forma, prefabbricati in calcestruzzo Classe 30 MPa, armato secondo le norme della Legge 1086/71 ed aggiornamenti successivi, e vibrato. Gli elementi saranno sovrapposti reciprocamente ancorati e riempiti con materiale permeabile sciolto di idonea pezzatura. La struttura con paramento a scarpa rispetto alla orizzontale sarà realizzata secondo gli elaborati di progetto, verificati e fatti propri dall'impresa nonche' le prescrizioni delle norme tecniche. Data in opera per qualsiasi altezza fino a m 5.00. Sono inoltre compresi nel prezzo: la fornitura degli elementi scatolari con relativi pezzi speciali, a fornitura e la stesa del materiale di riempimento, nonche' del terreno vegetale e delle essenze arbustive; la sistemazione del pendio a monte del coronamento della struttura; Si intende infine nel prezzo compresa ogni altra prestazione, fornitura ed onere, solo esclusi gli scavi per la preparazione del piano di appoggio e la fondazione in conglomerato cementizio.			
	<b>a CON ELEMENTI DI SPESSORE CM 60 E PER OGNI MQ SULLA VERTICALE</b>	Metro quadro	184'900 95.49	17.07.2001
	<b>b CON ELEMENTI DI SPESSORE CM 120 E PER MQ IN VERTICALE</b>	Metro quadro	269'300 139.08	17.07.2001
<b>B.8.10</b>	<b>IMPALCATO DA PONTE A TRAVI ACCOSTATE A FILI ADERENTI E SOLETTA</b> Impalcato da ponte costituito da travetti prefabbricati e precompressi a fili aderenti eseguiti in officina con calcestruzzi di classe 50 MPa, armati con trefoli d'acciaio per precompresso e varati in opera accostati in luci di altezza non superiore a ml 15 dal suolo, sui quali viene gettata una soletta in cls di classe non inferiore a 35 MPa, armata con acciaio lento tipo Feb44 k, controllato in stabilimento. La struttura sarà calcolata secondo le norme vigenti per ponti di prima categoria, ma con sollecitazioni massime non superiori all'85 % di quelle consentite dalle norme stesse per i materiali effettivamente usati. La struttura dovrà essere completa di marciapiedi e cordoli, e di ogni altro apprestamento posacavi e foro per barriere, esclusa la impermeabilizzazione dell'estradosso ma ogni altra fornitura, magistero ed onere per dare l'opera finita a regola d'arte.			
	<b>a LUCI DA ML 3 A ML 6</b>	Metro quadro	108'300 55.93	17.07.2001
	<b>b LUCI DA ML 6,01 A ML 8,00</b>	Metro quadro	171'800 88.73	17.07.2001
	<b>c LUCI DA ML 8,01 A ML 10</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

B.8.11	<p><b>IMPALCATI DA PONTE COSTITUITI DA TRAVI VARATE E SOLETTA GETTATA</b></p> <p>Impalcati da ponte completi, per luci da m 10 a m 20 costituiti da travi varate non accostate, ma poste a distanza tale da consentire la massima economia; da soletta e traversi da gettare in opera, ivi compresa la formazione di cordolo laterale o marciapiede secondo le disposizioni del progetto; compresa inoltre a creazione di un intradosso continuo a mezzo di dalle ancorate alle travi e lavorate a faccia vista. In particolare gli elementi saranno così realizzati. - la soletta ed i traversi saranno gettati in opera su casseri costituiti da casseforme esterne o da coppelle armate da annegare nel getto, da appoggiare su travi prefabbricate a doppia T, a cassoncino od a V, aventi altezza pari ad 1/20 circa della luce da varare in opera con interasse variabile dallo 0,8 all'1,2 della altezza delle travi stesse.</p> <p>- la soletta avrà spessore non inferiore a cm 25, con copriferri secondo norma; il calcestruzzo sarà di classe III con resistenza caratteristica non inferiore a 45 MPa; essa non sarà precompressa ma sarà armata con acciai lenti in tondino di ferro Fe B.44 k in quantità variabile da kg 130 a kg 180 / mc del calcestruzzo di soletta.</p> <p>- le travi saranno precomprese a fili aderenti e gettate in officina con calcestruzzo di classe non inferiore a 50 MPa, con acciaio di precompressione compreso tra 120 a 160 kg / mc ed acciaio lento da 130 a 180 kg / mc.</p> <p>- intradosso costituito da dalle o coppelle con faccia inferiore liscia o disegnata in modo da costituire una superficie di intradosso continua.</p> <p>- parete subverticale di bordo dell'impalcato avente faccia piana, con mascheratura delle sporgenze dei traversi e delle piattabande superiore ed inferiore delle travi.</p> <p>Le superfici verticali e di intradosso saranno perfettamente regolarizzate e trattate con doppio trattamento, il primo di tipo impregnante ed il secondo di tipo coprente.</p> <p>Nel prezzo è compreso il calcolo che deve essere sviluppato sulla base della normativa vigente, tenendo conto che l'impalcato sarà finalizzato a ponti di 1 categoria e per i carichi massimi previsti, ma che la sollecitazione dei materiali dovrà essere non superiore all'85 % di quella prevista dalle norme stesse.</p> <p>Il prezzo comprende ogni fornitura ed onere, compresa il getto, il trasporto ed il varo delle travi prefabbricate, la posa delle coppelle o delle cassetture con relative eventuali armature, il getto in opera delle solette e dei traversi, la posa di coppelle prefabbricate, marciapiedi e cordoli, l'eventuale annegamento di posacavi, la esecuzione di caditoie a bocca di lupo e dei relativi scarichi, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori ed ogni altro magistero, fornitura, prestazione ed onere per dare l'impalcato compiuto a regola d'arte, esclusa solo l'impermeabilizzazione dell'estradosso, la posa delle barriere, e la pavimentazione del piano viabile e dei marciapiedi, ove questi esistano.</p>	Metro quadro	239'600  123.74	17.07.2001
a	PER LUCI DA ML 10,01 A ML 12	Metro quadro	280'400  144.81	17.07.2001
b	PER LUCI DA ML 12,01 A ML 14	Metro quadro	331'300  171.10	17.07.2001
c	PER LUCI DA ML 14,01 A ML 16	Metro quadro	352'900  182.26	17.07.2001
d	PER LUCI DA ML 16,01 A ML 18	Metro quadro	373'000  192.64	17.07.2001
e	PER LUCI DA ML 18,01 A ML 20			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Metro quadro	518'000 267.52	17.07.2001
<b>B.8.16/1</b>	<b>SCATOLARE PREFABBRICATO PER PONTICELLI E SOTTOPASSI IN C.A.V.</b> Struttura a telaio chiuso continuo, costituita da un elemento in cemento vibrato prefabbricato con Rck > 35 MPa, armato secondo nome di Legge e da una platea in c.a. gettata in opera con Rck > 25 MPa, formanti un manufatto con due ritti verticali, due pareti inclinate a smusso ed una copertura. Il manufatto sarà sagomato e dimensionato, secondo progetto, per ponti di prima categoria ma con coefficiente dinamico non inferiore ad 1,15. Esso sarà verificato e fatto proprio dall'impresa; l'elemento prefabbricato avrà spessore minimo di cm 10 con faccia a vista piana e ben rifinita con irregolarità non superiori a 5 mm/4m, con spigoli verticali arrotondati, tutte le armature tese di ciascun elemento dovranno essere continue anche nel passaggio fra ritto, smusso e copertura; le superfici dei ritti e degli smussi a contatto del terreno, saranno trattati in stabilimento con una stesa di cemento osmotico impermeabilizzante; il giunto tra gli elementi dovrà essere sigillato con malta di granulometria massima di 15 mm; l'armatura in acciaio sarà del tipo Feb 44 controllato in stabilimento. E' compresa nel prezzo la fornitura e posa degli elementi prefabbricati, il getto della platea con le armature necessarie, la fornitura e posa di armature, giunti ed articolazioni, la sigillatura fra gli elementi prefabbricati, l'impermeabilizzazione degli estradossi, gli eventuali fori di passaggio per cavi e simili, nonché gli oneri di compattazione del rilevato a tergo della struttura. Solo escluso gli scavi, l'eventuale getto di magrone e di livellazione dei vani fra le costole di copertura; i rinterri e le opere di drenaggio. Per ml di manufatto sulla base delle dimensioni.			
	<b>a ALTEZZA M 3,00 X LUCE M 4,00</b>	Metro lineare	1'873'000 967.32	17.07.2001
	<b>b ALTEZZA M 4,00 X LUCE M 3,00</b>	Metro lineare	1'862'000 961.64	17.07.2001
<b>B.8.16/2</b>	<b>SOTTOPASSI E PONTICELLI PREFABBRICATI CON STRUTT. A 3 CERNIERE</b> Struttura prefabbricata come sopra, ma con struttura a 3 cerniere.			
	<b>a ALTEZZA 4,00 X LUCE M 6,00</b>	Metro lineare	718'400 371.02	17.07.2001
	<b>b ALTEZZA M 4,00 X LUCE M 8,00</b>	Metro lineare	1'287'000 664.68	17.07.2001
	<b>c ALTEZZA M 5,50 X LUCE M 8,00</b>	Metro lineare	1'692'000 873.85	17.07.2001
	<b>d ALTEZZA M 5,50 X LUCE M 10,00</b>	Metro lineare	1'936'000 999.86	17.07.2001
	<b>e ALTEZZA M 5,50 X LUCE M 12,00</b>	Metro lineare	3'582'000 1'849.95	17.07.2001
<b>B.8.18</b>	<b>GALLERIA ARTIFICIALE PREFABBRICATA IN C.A. VIBRATO</b> Vedi voce precedente.			
	<b>a ALTEZZA M 6,61 X LUCE M 9,00</b>	Metro lineare	3'627'000	17.07.2001



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b ALTEZZA M 6,61 X LUCE M 10,00</b>		1'873.19	
		Metro lineare	4'003'000	17.07.2001
			2'067.38	
<b>B.8.20</b>	<b>MURO componibile in elementi prefabbricati in CLS</b> Muro componibile in elementi prefabbricati in cls pieni a sezione composta di ingombro in pianta compreso tra 35 e 50 cm con incastro anteroposteriore da porre distanziati con percentuale di vuoti non superiore al 25 % del volume totale del muro e fino ad altezza di m 2 per contenimento di terre o rivestimento pareti. Per ogni fila e per mq di superficie a faccia vista.			
		Metro quadro	219'300	17.07.2001
			113.26	
<b>B.8.21</b>	<b>TOMBINI E PONTICELLI AD ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. RBK 30</b> Tombino prefabbricato, costituito in officina da telaio chiuso in c.a. con pareti in calcestruzzo di III tipo di resistenza caratteristica non inferiore a 40 MPa, armato con acciaio F 44 k in quantità non inferiore a kg 100/mc di calcestruzzo, idoneo per sopportare i carichi di 1 categoria, con copriferro non inferiore a cm 4,5; il tombino verrà posato su strato di fondazione da pagare a parte; il manufatto deve essere fornito e posto in opera completo di ogni sua parte ed il prezzo compensa la fabbricazione, il trasporto ed il montaggio, solo esclusi gli eventuali scavi e la fondazione d'appoggio.			
	<b>a LUCE M 1,5 ED ALTEZZA M 1,5 AL NETTO</b>	Metro lineare	519'300	17.07.2001
			268.20	
	<b>b ALTEZZA M 2,00 E LUCE M 2,00 AL NETTO</b>	Metro lineare	613'600	17.07.2001
			316.90	
	<b>c ALTEZZA 3 M E LUCE 2,5 AL NETTO</b>	Metro lineare	1'083'000	17.07.2001
			559.32	
<b>B.8.25</b>	<b>IMPALCATO DA PONTE COSTITUITO DA CONCI PREFAB. LUCE ML. 35 - 55</b> Impalcato da ponte realizzato mediante conci prefabbricati in calcestruzzo armato, eseguiti in apposito stabilimento, coniugati a sezione chiusa di altezza costante o variabile, posti in opera mediante apposita attrezzatura di varo, atti a formare travate continue. Compresi tutti i materiali, attrezzature e manodopera necessari per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. - Per metro quadrato e per luci da ml. 35.00 a ml. 55.00 misurati in asse delle pile o spalle.			
		Metro quadro	788'300	17.07.2001
			407.12	
<b>B.8.26</b>	<b>IMPALCATO DA PONTE COSTITUITO DA CONCI PREFAB. LUCE ML.55.01 - 70</b> Impalcato da ponte realizzato mediante conci prefabbricati in calcestruzzo armato, eseguiti in apposito stabilimento, coniugati a sezione chiusa di altezza costante o variabile, posti in opera mediante apposita attrezzatura di varo, atti a formare travate continue. Compresi tutti i materiali, attrezzature e manodopera necessari per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. - Per metro quadrato e per luci da ml. 55.00 a ml. 70.00 misurati in asse delle pile o spalle.			
		Metro quadro	1'215'000	17.07.2001
			627.50	
<b>B.8.29</b>	<b>SOVRAP.AGLI ARTT. IMPALC.DA PONTE A CONCI PER REGOLAZ. SBALZI</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

B.8.30	<p>Sovrapprezzo agli articoli per impalcato da ponte a conci, per la regolazione planoaltimetrica degli sbalzi, necessaria per il recupero delle deformazioni di fluage e ritiro da effettuarsi in due fasi successive per ogni campata. - Per ogni metro quadrato di impalcato, compresi tutti gli oneri di montaggio e smontaggio delle attrezzature ausiliarie:</p> <p><b>REGOLARIZZAZIONE DI PARATIE DI PALI CON SPRITZBETON E RETE</b> compresa sabbiatura dei pali, fissaggio della rete elettrosaldata di almeno 4,0 kg di peso / mq, con chiodi ad espansione in acciaio ed ogni altro onere per dare la parete perfettamente piana e liscia.</p>	Metro quadro	35'900  18.54	17.07.2001
		Metro quadro	46'900 24.22	17.07.2001
	<p><b>B.9 - INTERVENTI SU MANUFATTI ESISTENTI</b> ----- per memoria</p>			
	<p><b>C - LAVORI IN SOTTERRANEO</b> -----</p>			
	<p>Elenco prezzi da usare per progetti e lavori nuovi salvo la voce C.1.02/b che sono da usare solo per varianti a lavori già approvati od appaltati.</p>			
C.1.01	<p><b>SCAVO IN GALLERIA A SEZIONE CORRENTE</b> Scavo in sotterraneo a sezione corrente di galleria suborizzontale d'asse o di collegamenti tra due canne, compresa la roccia dura da mina, eseguito anche a sezioni parzializzate per la costruzione di gallerie nonché per le opere accessorie e complementari, esclusa la costruzione dei pozzi di aerazione e degli slarghi per piazzole o camere; con le prescrizioni e oneri previsti dalle norme tecniche d'appalto ed in particolare il carico, il trasporto a reimpiego nell'ambito del lotto, a rifiuto od a deposito e lo scarico dei materiali di risulta, l'onere della riduzione alla pezzatura prevista dalle norme dei materiali da risulta da reimpiegare; il trasporto e' da intendersi a qualsiasi distanza per i materiali da reimpiegare nel lotto e fino alla distanza di 5 km per quelli a rifiuto o a deposito.</p> <p><b>a</b> <b>SCAVO SECONDO MODALITA' SCELTE DALL'IMPRESA</b> Scavo da eseguire con le modalita' scelte dall'impresa, solo in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate, nel rispetto della sezione totale e delle prescrizioni previste dagli elaborati di progetto e di contratto, qualora non siano eseguiti interventi conservativi di presostegno e consolidamento. Tra gli oneri e' previsto per ogni avanzamento e prima di passare al successivo, la posa in opera di tutti i sostegni preliminari, compreso l'eventuale impiego di cantine, bulloni, tiranti ecc. da pagare a parte, con l'onere di regolarizzare le superfici degli scavi, asportando le sporgenze e conguagliando le reintranze con conglomerato cementizio spruzzato nel pieno rispetto della sagoma contrattuale.</p> <p><b>b</b> <b>SCAVO IN PRESENZA DI INTERVENTI CONSERVATIVI</b> Scavo da eseguirsi come a lettera a), con le modalita' scelte</p>	Metro cubo	70'200  36.26	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	dall'impresa, ma in presenza di interventi di presostegno e consolidamento (infilaggi, trattamenti colonnali, ancoraggi sul fronte, pretaglio meccanico, ecc., nel pieno rispetto delle prescrizioni progettuali) e pertanto con l'impiego di mezzi o metodologie di scavo che non danneggino le zone consolidate o gli interventi comunque eseguiti.	Metro cubo	62'600 32.33	17.07.2001
<b>C.1.02</b>	<b>SCAVO IN SOTTERRANEO CON LIMITAZIONI DEI SISTEMI DI PRODUZIONE</b> Scavo in sotterraneo secondo le norme dell'articolo precedente ma eseguito con limitazioni nell'impiego dei sistemi di produzione quando venga formalmente ordinato dalla direzione lavori di limitare le vibrazioni a velocità non superiori a quanto stabilito dalla stessa D.L. (di massima 50 mm/s in corrispondenza dei punti sensibili) e comunque tali da salvaguardare i manufatti o beni esistenti in prossimità del cavo.			
	<b>a CON L'USO ESCLUSIVO DI MICROCARICHE RITARDATE</b> Con l'uso di esplosivi ma con particolari accorgimenti che limitino la velocità di vibrazione quali microcariche ritardate, scavo in minori spessori ecc	Metro cubo	- 80'700 41.68	17.07.2001
	<b>b CON DIVIETO ALL'USO DI ESPLOSIVO ED USO DI MEZZI MECCANICI</b> Lo scavo verrà effettuato con ogni mezzo meccanico che l'impresa potrà e riterrà opportuno usare, compreso l'uso di barre di dilatazione, martelloni nonché frese puntuali.	Metro cubo	92'800 47.93	17.07.2001
<b>C.1.03</b>	<b>SOVRAPPREZZO AGLI SCAVI DI GALLERIA PER ARCO ROVESCIO</b> Sovraprezzo agli scavi di galleria a sezione corrente con o senza limitazioni all'uso di mezzi di produzione, da applicare qualora, in funzione del comportamento del cavo ed a seguito di ordine scritto della Direzione Lavori, si renda necessario completare la struttura anulare resistente con il getto dell'arco rovescio, compreso l'onere dello scavo a campione di piedritti.			
	<b>a ENTRO LA DISTANZA MASSIMA DI UN DIAMETRO E MEZZO DA FRONTE SCAVO</b>	Metro cubo	19'400 10.02	17.07.2001
	<b>b ENTRO LA DISTANZA MASSIMA DI TRE DIAMETRI DAL FRONTE DEL CAVO</b>	Metro cubo	12'900 6.66	17.07.2001
<b>C.1.04</b>	<b>SOVRAPPREZZO PER LO SCAVO FUORI SEZ. CORRENTE (SLARGHI E CAMERE)</b> Sovraprezzo allo scavo in galleria suborizzontale a sezione corrente per la costruzione di slarghi, camere, piazzuole di sosta ecc., esclusi pozzi di aereazione, scavo eseguito in terreni di qualsiasi natura e consistenza, secondo le modalità ed i prezzi definite da altre voci di elenco; il sovrapprezzo verrà corrisposto ai soli volumi eccedenti la sezione corrente.			
		Metro cubo	18'600 9.61	17.07.2001
<b>C.1.06</b>	<b>RIDUZIONE DEL PREZZO DELLO SCAVO IN GALLERIA</b> Riduzione dei prezzi dei lavori di scavo in galleria qualora la perforazione proceda su più fronti a mezzo di finestre realizzate dall'Amministrazione a proprie spese così da			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	rendere piu' spedito il lavoro. La riduzione si applichera' a tutti i lavori di scavo che verranno eseguiti in presenza di finestre, sia nelle gallerie orizzontali che suborizzontali, sia a semplice che a doppia canna.			
	<b>a CON AVANZAMENTO SU UNA SOLA CANNA</b>	Percentuale	10	17.07.2001
			0.0052	
	<b>b CON AVANZAMENTO CONTEMPORANEO SU DUE CANNE</b>	Percentuale	15	17.07.2001
			0.0077	
<b>C.1.07</b>	<b>SCAVO PER POZZI DI AEREAZIONE SUBVERTICALI</b> Scavo per la costruzione di pozzi di aereazione verticali o subverticali di qualsiasi sezione e per profondita' non superiore a m 50, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia dura da mina, con le prescrizioni di Capitolato. E' compreso il carico, il trasporto a reimpiego nell'ambito del lotto, ovvero a rifiuto od a deposito nonche' lo scarico dei materiali di risulta; e' altresì compreso l'onere della riduzione della pezzatura per materiali di risulta da reimpiegare nel Lotto. Il trasporto e' da intendersi a qualsiasi distanza per i materiali da reimpiegare nel lotto mentre a distanza fino a 5 km secondo norme di Capitolato, per quelli a rifiuto od a deposito.			
	<b>a CON MODALITA' SCELTE DALL'IMPRESA SENZA INTERVENTI CONSERVATIVI</b> Scavo da eseguire con le modalita' scelte dall'impresa in funzione della propria organizzazione e delle attrezzature impiegate come da scavo per galleria. Compreso l'eventuale impiego di centine, bulloni, tiranti, conglomerato cementizio spruzzato ecc. nonche' l'onere della costruzione dei rivestimenti ad anello a ridosso dello scavo.	Metro cubo	171'700	17.07.2001
			88.68	
	<b>b CON INTERVENTI CONSERVATIVI DI PRESOSTEGNO O CONSOLIDAMENTO</b> Scavo da eseguire in presenza di interventi conservativi di presostegno o consolidamento quali micropali, jet grouting, corone di preconsolidamento, pretaglio meccanico, ecc. Lo scavo dovra' essere eseguito con metodologie che non danneggino le zone consolidate e le opere eseguite.	Metro cubo	131'900	17.07.2001
			68.12	
	<b>c CON SCAVO DI PREFORO A FRESA DI DIAMETRO IDONEO CON FORO PILOTA</b> Lo scavo di preforo avra' diametro da m 2,00 a m 2,50 ed il foro pilota sara' di circa 30 cm, compresi tutti gli oneri di installazione e smontaggio della fresa, di preforo nonche' di quella del foro pilota, compresi tutti gli oneri di capitolato.	Metro cubo	380'100	17.07.2001
			196.31	
	<b>d IN ALLARGO DEL PREFORO</b> Scavo di allargo del preforo eseguito con qualsiasi mezzo, per qualsiasi diametro del pozzo, compresi tutti gli oneri di capitolato per gli scavi di galleria.	Metro cubo	91'950	17.07.2001
			47.49	
<b>C.1.08</b>	<b>MAGGIORAZIONE PER POZZI OLTRE 50 M DI PROFONDITA'</b> Maggiorazione percentuale alla voce ecc. per memoria. Il prezzo elementare e' alla riga 2356, 2357, 2358 (cod 1158 ed 1159)	Percentuale	5	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

C.1.09	<p><b>COMPENSO AGLI SCAVI IN SOTTERRANEO PER MAGGIORI VENUTE D'ACQUA</b>            Compenso ai prezzi degli scavi delle gallerie e dei pozzi, per le sole tratte in presenza di venute d'acqua oltre la portata prevista dalle norme tecniche, misurata a 100 m dal fronte dell'avanzamento nelle tratte in salita ed alla bocca di erogazione nelle tratte in discesa.            Sovraprezzo agli scavi come sopra per venute d'acqua maggiori di 5 l/sec negli avanzamenti in salita e 4 l/sec per quelli in discesa. Per ogni 5 l/sec o frazione nelle tratte in salita o 5 l o frazione nelle tratte in discesa.</p>	e	0.00258	
	a <b>PER OGNI 5 L O FRAZIONE OLTRE IL PREVISTO NELLE TRATTE IN SALITA</b>	Metro cubo	3'640	17.07.2001
			1.88	
	b <b>PER OGNI 4 L O FRAZIONE PIU' DEL PREVISTO NELLE TRATTE IN DISCESA</b>	Metro cubo	6'020	17.07.2001
			3.11	
C.1.10	<p><b>COMPENSO PER SGOMBERO DI MATERIALE FRANTO IN SOTTERRANEO</b>            Compenso per lo sgombero e trasporto a reimpiego od alle discariche, come da voce di scavo in galleria, di materiale franato o di sovrataglio, qualora l'accaduto non sia dovuto a mancata capacità o diligenza dell'impresa.</p>	Metro cubo	10'750	17.07.2001
			5.55	
C.1.11	<p><b>SCAVO DI CUNICOLO DI GALLERIA CON FRESA A TESTA ROTANTE</b>            Scavo di cunicolo eseguito con fresa a testa rotante in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia dura da mina. sono compresi nel prezzo: gli esaurimenti d'acqua, salvo quanto previsto nel capitolato e nell'art. relativo al compenso per portate maggiori; il trasporto del materiale di risulta, come da scavo di galleria; il fermo dell'attrezzatura di scavo dovuto a rotture, manutenzione, sostituzione di parti, mancanza di energia, costruzione di opere provvisorie per il sostentamento delle pareti del cunicolo o per qualsiasi altra causa; l'adozione di tutte le cautele, accorgimenti ed attrezzature necessarie a garantire l'incolumità delle persone e la sicurezza dei lavori, anche a fronte di eventuali esalazioni di gas tossici o metano; tutti gli oneri connessi con la scrupolosa osservanza delle norme emanate ed emanande per la sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo. Compresa ogni altra fornitura, prestazione od onere per dare il cunicolo compiuto nel diametro reso indicato nei disegni di progetto o prescritto dalla D.L. Solo esclusi i tiranti di ancoraggio, il rivestimento delle pareti con conglomerato cementizio spruzzato ed eventuali centine metalliche provvisorie.</p>			
	a <b>PER FRESA DEL DIAMETRO DA M 3,50 A M 4,50</b>	Metro cubo	218'500	17.07.2001
			112.85	
	b <b>SCAVO ESEGUITO CON FRESA DIAM. M 4,51 - 5,50</b>	Metro cubo	173'500	17.07.2001
			89.61	
C.1.12	<p><b>COMPENSO PER IMPIEGO DI ARMATURA DI SOSTEGNO IN LINER PLATES</b>            Compenso per impiego di armatura di sostegno provvisoria all'interno del cunicolo eseguito con fresa a testa rotante, costituita da pannelli metallici tipo "liner-plates" composti da profilati NP 120 calandrati in acciaio tipo Fe 360, dati in opera imbullonati o saldati, per qualsiasi superficie di armatura. Compreso oneri di approvvigionamento a pie' d'opera, posa in opera e</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	rimozione, restando il materiale di proprietà dell'impresa.	Chilogrammo	2'650 1.37	17.07.2001
C.1.13	<p><b>TIRANTI DI ANCORAGGIO IN VETRORESINA DI DIAM MM 25</b> Tiranti di ancoraggio con aste di poliestere armato con fibra di vetro, eseguiti all'interno di cunicolo perforato da fresa a testa rotante, dati in opera compreso: la perforazione a rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura compresa rocce ed i trovanti, anche in presenza di venute d'acqua; la fornitura delle aste di diametro di mm 25, complete di piastre ripartizione e teste di bloccaggio; l'introduzione delle aste nei perfori, l'ancoraggio con resina ed il bloccaggio delle teste, nonché ogni altra fornitura ed onere.</p> <p>a <b>TIRANTI CON ASTE DI LUNGHEZZA M 1,50</b></p> <p>b <b>TIRANTI CON ASTE DI LUNGHEZZA DI M 3,00</b></p>	Cadauno	63'700 32.90	17.07.2001
C.1.14	<p><b>RIVESTIMENTO DELLE PARETI DEL CU NICOLO CON MALTE FIBRORINFORZATE</b> Rivestimento strutturale delle pareti del cunicolo eseguito da fresa a testa rotante con malte preconfezionate e fibrorinforzate a base cementizia o sintetica ad elevate caratteristiche meccaniche (resistenza a compressione &gt; 25 MPa dopo 24 ore e &gt; 50 MPa dopo 28 giorni) ed a presa accelerata, applicate a proiezione anche in presenza d'acqua; dato in opera compreso la fornitura di tutti i materiali, le attrezzature occorrenti ed ogni altra prestazione od onere. Per uno spessore medio finito di cm. 4.</p>	Metro quadro	15'900 8.21	17.07.2001
C.1.15	<p><b>ALLARGAMENTO DI SCAVO DI CUNICOLO GIÀ ESEGUITO CON FRESA</b> Scavo di allargamento di sezione corrente di galleria suborizzontale eseguito in presenza di preforo già eseguito in terreni di qualsiasi natura, consistenza e durezza, compreso rocce spingenti, rocce tenere e rocce dure da mina, anche per lavori ed opere accessorie alla galleria. Lo scavo verrà eseguito a sezione piena o parzializzata, in relazione alle circostanze emerse in sede di perforazione del cunicolo. Il prezzo comprende: il trasporto del materiale di risulta come da scavo di galleria senza preforo, le armature, gli esaurimenti d'acqua ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere, con l'adozione e pagamento del conglomerato cementizio spruzzato secondo le prescrizioni di progetto e del capitolato. Il cavo verrà assicurato con le stesse misure di protezione considerate negli scavi in sotterraneo e cioè reti, bulloni, spritz e centine da pagare a parte se richieste dalla D.L.</p>	Metro cubo	40'100 20.71	17.07.2001
C.2.01/2	<p><b>C.2 - MURATURE</b> <b>CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER RIVESTIMENTO IN SOTTERRANEO RCK 30</b> Conglomerato cementizio di qualunque spessore per rivestimento di gallerie e delle loro opere accessorie e complementari, eseguito secondo le prescrizioni di progetto e le norme tecniche, anche all'interno del priverivestimento in calcestruzzo spruzzato, od in presenza di armature o centine; sono compresi la miscelazione degli additivi, le necessarie armature, puntellature, centinature di sostegno delle casseforme, gli oneri di vibrazione ed ogni altro onere, escluse le casseforme da contabilizzarsi a parte. E' da contabilizzare secondo lo spessore teorico disposto; qualora la quantità effettivamente impiegata sia maggiore e ciò venga riconosciuto dalla D.L. non dipendente da carenze dell'impresa, verrà eventualmente corrisposto il prezzo per il riempimento di cavità. Il prezzo del calcestruzzo per l'arco rovescio comprende gli oneri per la sagomatura della superficie.</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.			
	<b>a TIPO RCK &gt; 30 N/MMQ PER CALOTTA E PIEDRITTI</b>	Metro cubo	187'200	17.07.2001
			96.68	
	<b>b TIPO RCK &gt; 30 N/MMQ PER POZZI PROFONDITA' &lt; 50 M</b>	Metro cubo	194'300	17.07.2001
			100.35	
	<b>c TIPO RCK &gt; 30 N/MMQ PER ARCO RO VESCIO</b> Compreso ogni onere di lavaggio e rinzeppatura delle superfici di attacco ai piedritti e di regolarizzazione delle superfici del getto.	Metro cubo	171'600	17.07.2001
			88.62	
<b>C.2.01/3</b>	<b>CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER RIVE STIMENTO IN SOTTERRANEO 35 N/MMQ</b> Conglomerato cementizio come da voce precedente ma con resistenza caratteristica di almeno 35 MPa.			
	<b>a PER GETTI DI CALOTTA O PIEDRITTO RCK &gt; 35 MPA</b>	Metro cubo	187'200	17.07.2001
			96.68	
	<b>b PER GETTI IN POZZO A PROFONDITA' INFERIORE A 50 M - RCK &gt; 35 MPA</b>	Metro cubo	194'300	17.07.2001
			100.35	
	<b>c PER GETTI DI ARCO ROVESCIO RCK &gt; 35 MPA</b>	Metro cubo	176'100	17.07.2001
			90.95	
<b>C.2.02</b>	<b>MAGGIORAZIONE PERCENTUALE PER GETTO RIVESTIMENTO IN POZZI</b> Maggiorazione percentuale alla voce di elenco di getto di conglomerato cementizio per rivestimento di pozzi, per profondità' superiori a 50 m, compreso ogni onere di movimentazione dall'alto del calcestruzzo.			
	<b>a DA 50,01 A 100 M</b>	Percentuale	5	17.07.2001
			0.00258	
	<b>b DA 100,01 A 150 M</b>	Percentuale	10	17.07.2001
			0.0052	
	<b>c DA 150,01 A 350 M</b>	Percentuale	15	17.07.2001
			0.0077	
<b>C.2.03</b>	<b>CASSEFORME PER CALCESTRUZZI DI RIVESTIMENTO IN SOTTERRANEO</b> Casseforme rette o curve per rivestimenti di gallerie o pozzi di aereazione o di opere accessorie o complementari in conglomerato cementizio semplice od armato, compreso centinature ed armature di sostegno, puntellamenti, ponteggi ed impalcature disarmo, sfrido, chioderia ed ogni altra fornitura od onere previsto o necessario.			
	<b>a PER CALOTTA O PIEDRITTI DI GALLERIA AD UNICO GETTO</b> Per getti di calotta o piedritti a sezione corrente, eseguibili in unica fase a mezzo di carro ponte od altra attrezzatura mobile.	Metro quadro	26'000	17.07.2001
			13.43	

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b CASSEFORME DI PIEDRITI A SEZIONE CORRENTE IN SOTTOMURAZIONE</b> Casseforme piane di piedritti a sezione corrente da eseguire in sottomurazione di getto di calotta del getto già effettuato; le casseforme saranno sostenute da pannelli mobili, e nel prezzo è compreso l'onere della pulizia della parte inferiore del getto di calotta.	Metro quadro	31'600 16.32	17.07.2001
	<b>c PER POZZI DI AEREAZIONE DI QUALUNQUE PROFONDITA'</b> Casseforme per pozzi di aereazione di qualunque profondità, comprese le camere sottostanti i pozzi.	Metro quadro	45'350 23.42	17.07.2001
	<b>d CASSEFORME DI TESTATE DEI CONCI</b> Casseforme piane per testate di conci da eseguire volta per volta in pannelli di acciaio o in tavole in legno ovvero per casseforme a doppia curvatura per svassi, camere, inviti ecc.	Metro quadro	60'450 31.22	17.07.2001
<b>C.2.05</b>	<b>ACCIAIO IN BARRE PER LAVORI IN SOTTERRANEO</b>			
	<b>a TIPO FE B 22 K CON CONTROLLO IN STABILIMENTO</b>	Chilogrammo	1'310 0.68	17.07.2001
	<b>b TIPO FE B 32 K CON CONTROLLO IN STABILIMENTO</b>	Chilogrammo	1'340 0.69	17.07.2001
	<b>c TIPO FEB 44 K CON CONTROLLO IN STABILIMENTO</b>	Chilogrammo	1'440 0.74	17.07.2001
<b>C.2.06</b>	<b>CALCESTRUZZO MAGRO PER RIEMPIMENTO CAVITA' IN SOTTERRANEO</b> Conglomerato cementizio avete Rck > 15 MPa per colmare cavità causate da fraamenti o cedimenti della formazione rocciosa, posto in opera ben rinzepato tra la superficie grezza del cavo e l'estradosso del rivestimento della galleria. Da corrispondere solo se la cavità non sia stata dovuta a carenze od errori dell'impresa. Si considera che il cls sia gettato con pompa da cls, miscelato con idonei additivi. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.	Metro cubo	95'900 49.53	17.07.2001
<b>C.2.11/1</b>	<b>CALCESTR. SPRUZZATO RCK 30 MPA PER RIVESTIMENTO FRONTE SCAVO</b> Conglomerato cementizio spruzzato di tipo II con Rck > 30 MPa, eseguito secondo le prescrizioni delle norme tecniche o del progetto, confezionato con una miscela di inerti di opportuna granulometria, preventivamente approvata dalla D.L. con aggiunta di additivi ed acceleranti di presa. Dato in opera anche in più fasi ed a strati successivi, anche in presenza di armature metalliche, compreso l'onere della regolarizzazione superficiale mediante applicazione dello strato di conguaglio. Solo escluso le armature metalliche da pagare a parte con i relativi prezzi di elenco. Per rivestimento provvisorio del fronte di scavo in presenza di interventi conservativi di presostegno e preconsolidamento.	Metro cubo	246'200 127.15	17.07.2001
<b>C.2.11/2</b>	<b>CALCESTR. SPRUZZATO RCK 30 MPA PER</b>			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>RIVESTIMENTO CUNICOLO</b> Calcestruzzo spruzzato Rck 30 MPa come da art. precedente, per rivestimento di pareti di cunicolo eseguito con fresa a testa rotante.			
		Metro cubo	282'600	17.07.2001
			145.95	
<b>C.2.11/3</b>	<b>CALCESTRUZZO SPRUZZATO RCK 25 MP A PER RIVESTIMENTO GALLERIE</b> Rivestimento con calcestruzzo spruzzato con Rck 25 N/mm <sup>2</sup> in sotterraneo, come da art. precedente, per rivestimento di gallerie.			
	<b>a RIVESTIMENTO DI CM. 5</b>	Metro quadro	22'150	17.07.2001
			11.44	
	<b>b RIVESTIMENTO DI CM. 10</b>	Metro quadro	34'600	17.07.2001
			17.87	
	<b>c RIVESTIMENTO DI CM. 15</b>	Metro quadro	49'100	17.07.2001
			25.36	
	<b>d RIVESTIMENTO DI CM. 20</b>	Metro quadro	55'950	17.07.2001
			28.90	
<b>C.2.11/4</b>	<b>CALCESTRUZZO SPRUZZATO RCK 30 MP A PER RIVESTIMENTO POZZI</b> Rivestimento con calcestruzzo spruzzato con Rck = 30 N/mm <sup>2</sup> come da art. precedente per rivestimento di pozzi.			
	<b>a RIVESTIMENTO PER CM. 5</b>	Metro quadro	21'200	17.07.2001
			10.95	
	<b>b RIVESTIMENTO PER CM. 10</b>	Metro quadro	33'050	17.07.2001
			17.07	
	<b>c RIVESTIMENTO PER CM. 20</b>	Metro quadro	51'350	17.07.2001
			26.52	
	<b>d SPESSORE CM 30</b>	Metro quadro	67'800	17.07.2001
			35.02	
<b>C.2.11/5</b>	<b>MAGGIORAZ. CALCESTRUZZO SPRUZZATO RCK 30 MPA X ARMATURA FIBRE</b> Maggiorazione ai prezzi del calcestruzzo spruzzato Rck 30 MPa per armatura del conglomerato con kg/mc 30 di fibre d'acciaio derivate da filo trafilato a freddo del diametro di mm 0.5 avente fp(02)k > 800 MPa, in elementi di lunghezza mm 30 con estremità sagomata ad uncino, con esclusione dello strato superficiale con uno spessore di cm 3 che dovrà rimanere senza fibre. Per ogni metro cubo di effettivo cubatura considerata.			
		Metro cubo	56'700	17.07.2001
			29.28	
<b>C.2.12</b>	<b>INTONACO A PRESSIONE - GUNITE A DUE STRATI IN SOTTERRANEO</b> Intonaco a spruzzo a pressione tipo gunite di complessivi cm.4 eseguito solo se esplicitamente ordinato dalla D.L. su rivestimenti od ogni altra opera in sotterraneo, anche in presenza d'acqua, a due strati eseguito con malta di cemento a 500 kg/mc. ci.			
	<b>a NON LISCIATO - CM 4 COMPLESSIVI</b>	Metro quadro	19'800	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<b>b LISCIATO - CM 4 COMPLESSIVI</b>		10.23	
		Metro quadro	20'950	17.07.2001
			10.82	
<b>C.2.13</b>	<b>FORNITURA E POSA IN OPERA DI ARMATURA CENTINATA IN SOTTERRANEO</b> Fornitura e posa in opera di armatura centinata, anche di tipo scampanato, costituita da profilati in acciaio tipo Fe 360 aventi la sagoma prescritta di tipo NP-IPE calandrati, ovvero da elementi reticolari costituiti da barre di acciaio Fe 32 k elettrosaldate e piegate secondo la sagoma prescritta; l'armatura sara' posta in opera annegata nel conglomerato di rivestimento delle gallerie o dei pozzi di aereazione, ovvero nel calcestruzzo spruzzato; le centine saranno fornite complete di giunti di unione, distanziatori ecc. compreso ogni altro onere e precauzione per la sicurezza del lavoro.			
	<b>a CON NP-IPE IN FE 360</b>	Chilogrammo	2'540	17.07.2001
			1.31	
	<b>b RETICOLARI IN BARRE D'ACCIAIO FE B 32 K</b> Armatura reticolare in Fe b 32 k, composte da settori tra loro uniti mediante giunti imbullonati, completi di elementi di unione e piastre di testata.	Chilogrammo	2'360	17.07.2001
			1.22	
	<b>c MARCIAVANTI IN ACCIAIO PROFILATO FE 370</b>	Chilogrammo	2'780	17.07.2001
			1.44	
<b>C.2.14</b>	<b>RETE DI ACCIAIO A MAGLIE ELETTRO SALDATE IN SOTTERRANEO</b> Fornitura e posa in opera in sotterraneo di rete di acciaio a maglie elettrosaldate regolamentari, dei tipi e delle dimensioni ordinati dalla D.L. per l'esecuzione di strati di priverivestimento in calcestruzzo spruzzato, ogni onere compreso.	Chilogrammo	1'890	17.07.2001
			0.98	
<b>C.2.15</b>	<b>SCALETTE ACCIAIO IN BARRE 44K X TESTE DI ANCORAGGI IN SOTTERRAN.</b> Fornitura e posa in opera di scalette metalliche in acciaio in barre del tipo Feb44 k, dei tipi e delle dimensioni di progetto e delle norme tecniche atte a collegare le teste degli ancoraggi in roccia e a rinforzare la rete per il calcestruzzo spruzzato.	Chilogrammo	1'980	17.07.2001
			1.02	
<b>C.2.16</b>	<b>VOLTA CONTINUA IN ELEMENTI TRONCO CONICI CON PRETAGLIO</b> Volta continua in elementi tronco conici costruita in avanzamento rispetto al fronte di scavo in galleria. Il prezzo comprende: l'esecuzione degli elementi tronco conici, ciascuno della lunghezza minima di m 3,50 e tra loro sovrapposti di almeno 50 cm mediante: - taglio del terreno sul perimetro della sezione di scavo mediante idonea attrezzatura (ad es. fresa puntuale), - riempimento di cavo risultante con conglomerato cementizio spruzzato confezionato con inerti di dimensione massima di mm 15 ed avente Rck > 8 MPa dopo 7 ore, > 20 MPa dopo 36 h e > di 35 MPa dopo 28 gg dal getto; - armatura del conglomerato spruzzato con 30 kg/mc di fibre di acciaio derivate da filo trafilato a freddo del diametro di mm 0,5 avente Fp(0,2)k > 800 MPa, in elementi di lunghezza 30 mm con estremita' sagomate ad uncino, confezionate ciolte od in pacchetto legate con collante solubile in acqua; Compreso inoltre il trasporto a rifiuto del materiale di risulta ed ogni altro onere e prescrizione per lo scavo di galleria. Misurato in superficie teorica della volta in vista, valutatasullo			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	sviluppo medio dell'intradosso per la lunghezza in asse galleria, senza tenere conto delle sovrapposizioni.			
	<b>a VOLTA DI SPESSORE NON INFERIORE A 18 CM</b>	Metro quadro	305'000	17.07.2001
			157.52	
	<b>b VOLTA DI SPESSORE NON INFERIORE A 20 CM</b>	Metro quadro	317'500	17.07.2001
			163.98	
	<b>c VOLTA DI SPESSORE NON INFERIORE A 24 CM</b>	Metro quadro	333'700	17.07.2001
			172.34	
<b>C.3.01</b>	<b>C.3 - PEFORAZIONI E MICROPALI</b> <b>PERFORAZIONI 25/40 MM COMUNQUE INCLINATE IN SOTTERRANEO</b> Perforazioni comunque inclinate all'interno delle gallerie o dei pozzi, attraverso calcestruzzi oppure nelle murature di qualsiasi tipo od in formazioni di qualsiasi natura e consistenza situate a tergo del rivestimento, per l'esecuzione di iniezioni, per l'introduzione di barre o tubi, o per la creazione di dreni, mediante martello perforatore od altro mezzo meccanico idoneo, il cui utensile abbia diametro da 25 a 40 mm, per interventi di consolidamento.			
	<b>a FORO LUNGHEZZA FINO A M 2</b>	Metro lineare	14'850	17.07.2001
			7.67	
	<b>b FORO LUNGHEZZA OLTRE M 2,01</b>	Metro lineare	24'750	17.07.2001
			12.78	
<b>C.3.02</b>	<b>PERFORAZIONI SUBORIZZONTALI DI MICROPALI IN SOTTERRANEO</b> Perforazioni suborizzontali o comunque inclinate, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia da mina, ed anche in murature, per l'esecuzione di iniezioni, ovvero per l'infilaggio di micropali in acciaio o vetroresina da pagare a parte, ovvero per l'esecuzione di drenaggi; le perforazioni saranno da eseguirsi sia radiali al cavo, che per il preconsolidamento del fronte di scavo, che per la riperforazione di colonne di terreno consolidate comunque disposte; le perforazioni potranno essere di qualsiasi lunghezza e verranno eseguite con ogni macchinario o sistema idoneo.			
	<b>a DIAMETRO MM 65-90</b>	Metro lineare	36'800	17.07.2001
			19.01	
	<b>b DIAMETRO MM 100-130</b>	Metro lineare	40'250	17.07.2001
			20.79	
<b>C.3.03</b>	<b>ARMATURA PORTANTE IN TUBI FE510 VALVOLATO</b> Fornitura e posa in opera in sotterraneo, in fori compensati con il precedente prezzo relativo alle perforazioni in sotterraneo, di armatura costituita da tubi in acciaio tipo Fe 510, senza saldatura longitudinale, di qualsiasi diametro e spessore, congiunti tra loro a mezzo di appositi manicotti saldati o filettati, muniti di finestrature costituite da due coppie di fori di opportuno diametro, a due a due diametralmente opposti e situati per ogni coppia in piani orizzontali distanziati tra loro di circa 60 mm lungo l'asse del tubo; ogni gruppo di fori sarà distanziato di circa m 1,50 lungo l'asse del tubo e verrà ricoperto da idoneo manicotto di gomma come precisato nella lettera b), compreso l'onere di esecuzione delle valvole che verranno compensate a parte solo se utilizzate.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	a	<b>TUBO DI ACCIAIO ANCHE VALVOLATO</b>	Cadauno	1'890 0.98	17.07.2001
	b	<b>VALVOLA COSTITUITA DA GRUPPI DI FORI E MANICOTTO, INIETTATA</b> Valvola posta in opera su tubi di acciaio, costituita da un manicotto di gomma dello spessore di mm 3,5 minimo, tenuto in posto mediante anelli di acciaio saldati al tubo, compresa la foratura di quest'ultimo e la successiva scovolatura. La valvola sarà pagata solo se iniettata e solo se tale iniezione avverrà a mezzo di doppia valvola d'iniezione che consenta l'utilizzo di ogni singolo gruppo di fori.	Cadauno	8'330 4.30	17.07.2001
C.3.05		<b>TUBO IN VETRORESINA INIETTATO X PRECONSOLIDAMENTO FRONTE SCAVO</b> Tubo in vetroresina dato in opera iniettato per il preconsolidamento del fronte di scavo in sotterraneo dato in opera compreso fornitura del tubo in vetroresina, del tipo ad aderenza migliorata, del diametro di mm 60 e spessore mm 10, compreso gli occorrenti manicotti e collanti per ottenere la lunghezza richiesta, fino ad un massimo di m 15, le valvole per iniezione, contenute nel numero massimo di 3/m, mediamente, il tappo di fondo, il tubo di sfogo d'aria l'inghisaggio del tubo mediante iniezione di miscela cementizia eseguita a bassa pressione tra tubo e pareti di perforo e ripetuta ad alta pressione attraverso le valvole dall'interno del tubo ed ogni altro onere, solo esclusa la perforazione primaria da retribuire con il prezzo relativo alla perforazione in sotterraneo. Misurazione: da bocca foro alla effettiva lunghezza del tubo di vetroresina.			
	a	<b>TUBO IN VETRORESINA</b>	Metro lineare	64'200 33.16	17.07.2001
	b	<b>COMPENSO PER OGNI VALVOLA EFFETTIVAMENTE INIETTATA</b> Compenso per ogni valvola effettivamente iniettata dopo perforazione del tubo di vetroresina e predisposizione della sede della valvola, attraverso seconda iniezione ad alta pressione e con uso di doppia valvola di iniezione, dopo l'inghisaggio primario del tubo con malta cementizia. L'applicazione del prezzo è subordinata alle previsioni progettuali.	Cadauno	6'040 3.12	17.07.2001
C.3.06		<b>TUBO VETRORESINA INIETTATO PER CONTENIMENTO CONTORNO DEL CAVO</b> Tubo in vetroresina iniettato per il contenimento di terreni sciolti milonizzati o cataclasi al contorno del cavo in avanzamento rispetto al fronte di scavo in opera secondo le prescrizioni della D.L. e comprendente oltre la fornitura: - l'introduzione del tubo in vetroresina nel perforo eseguito in posizione orizzontale o comunque inclinata a qualsiasi profondità oltre il fronte di avanzamento della galleria in terreni di qualsiasi natura e consistenza, compreso l'eventuale rivestimento del foro. La connessa perforazione viene compensata con i relativi prezzi in sotterraneo. Eventuali esuberanti nella perforazione vengono compensati con il presente prezzo. - l'inghisaggio del tubo mediante iniezione di miscela cementizia eseguita a bassa pressione tra tubo e pareti di perforo e ripetuta ad alta pressione attraverso le valvole dall'interno del tubo; - ogni altra prestazione ed onere esclusa solo la perforazione primaria. La perforazione ed il tubo di vetroresina saranno computati per una lunghezza pari a quella effettiva del tubo, misurata da bocca foro.			
	a	<b>TUBO DI VETRORESINA AD ADERENZA MIGLIORATA D. 60 MM S. 10 MM</b> Tubo di vetroresina del tipo ad aderenza migliorata, del diametro di mm 60 e spessore mm 10, compreso gli occorrenti manicotti e collanti per ottenere la lunghezza richiesta, il tappo di fondo ed il tubo di sfogo aria. Il prezzo comprende inoltre l'inghisamento del tubo all'interno del			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	perforo a mezzo di malta a bassa pressione.	Metro lineare	29'800 15.39	17.07.2001
	<b>b VALVOLA IN GOMMA SPESSORE 3,5 MM COMPRESA FORATURA DEL TUBO</b>	Cadauno	6'820 3.52	17.07.2001
	<b>c INIEZIONE DI MISCELA CEMENTIZIA ADDITTIVATA DAI TUBI VETRORESINA</b> Il prezzo si applica solo nel caso in cui, dopo l'iniezione della malta di cemento a bassa pressione per l'inghisaggio del tubo, la D.L. ordini la messa in pressione delle valvole con l'iniezione ad alta pressione dall'interno del tubo di vetroresina. Il quantitativo di cemento deve essere accompagnato dal resoconto generale delle bollette di fornitura del cemento nel cantiere, dalle quali dedurre quello utilizzato per i calcestruzzi e le altre iniezioni.	Quintale	23'750 12.27	17.07.2001
<b>C.3.07</b>	<b>ARMATURA DI FORI IN BARRE FEB 44 K AD ADERENZA MIGLIORATA</b> Fornitura e posa in opera di armatura, nei perfori compensati dalla relativa voce di elenco, costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata Fe b 44 k controllato in stabilimento, compreso legature, piegature e quant'altro occorra.	Chitogrammo	1'710 0.88	17.07.2001
<b>C.3.08</b>	<b>FORNITURA E POSA DI TIRANTI IN BARRE DIWIDAG CON ESPANSORE</b> Fornitura e posa in opera in sotterraneo nei perfori da compensare con l'apposita voce, di tiranti costituiti da barre d'acciaio del diametro di mm 24 con Fpyk non inferiore a 800 N/mm <sup>2</sup> , completi con una testata ad espansione in acciaio da porre in posizione finale del perforo, una piastra di ancoraggio ed ogni altro onere. La misurazione avverrà a partire dal filo esterno della piastra di ancoraggio fino al termine dell'apparecchio ad espansione.			
	<b>a LUNGHEZZA ML 3</b>	Cadauno	37'250 19.24	17.07.2001
	<b>b LUNGHEZZA ML 4,50</b>	Cadauno	44'850 23.16	17.07.2001
	<b>c LUNGHEZZA ML 6,0</b>	Cadauno	58'250 30.08	17.07.2001
<b>C.3.09</b>	<b>COLONNA SUBORIZZONTALE DI TERRENO CONSOLIDATO D. CM 60</b> Colonna suborizzontale o comunque inclinata di terreno consolidato a sezione circolare del diametro non inferiore a cm 60 formata all'interno di gallerie o pozzi mediante esecuzione di un preforo a distruzione di nucleo ed iniezione di acqua e cemento additivata con idonee materie, attraverso una batteria di aste tubolari di immissione. Il prezzo comprende l'uso di attrezzature speciali, pompe ad altra pressione, sonde idrauliche semoventi, gruppi elettrogeni ed impianti di miscelazione con relativi operatori e manovalanza; la fornitura dei materiali, il trattamento e l'allontanamento dei fanghi di spurgo, l'impiego del rivestimento provvisorio, la miscelazione di additivi stabilizzanti od antidilavamento, gli oneri connessi a particolari difficoltà esecutive quali la presenza di acque sotterranee o trovanti, tutte le prove e verifiche sia di carattere distruttivo (carotaggi, rottura di campioni ecc.), sia di carattere non distruttivo da eseguirsi le une e le altre in numero e posizione indicate dalla D.L. ed ogni altra prestazione od onere. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

C.3.10	a	<b>PER OGNI ML. DI TERRENO EFFETTIVAMENTE CONSOLIDATO</b>	Metro lineare	106'200 54.85	17.07.2001
	b	<b>PER PERFORAZIONE A VUOTO</b>	Metro lineare	36'800 19.01	17.07.2001
C.3.11.a		<b>ARMATURA DI COLONNA DI TERRENO CONSOLIDATO CON TUBI FE 510</b>			
	a	<b>TUBI D'ACCIAIO ANCHE VALVOLATI</b>	Chilogrammo	1'910 0.99	17.07.2001
	b	<b>PERFORAZIONE MM 140 IN COLONNA DI TERRENO CONSOLIDATO</b>	Metro lineare	40'250 20.79	17.07.2001
		<b>TIRANTI IN SOTTERRANEO ACCIAIO AD A.R. D. 24 MM</b> Tiranti realizzati in sotterraneo od in pozzi di aereazione con barre in acciaio speciale, con tensione caratteristica di snervamento > 500 MPa e del diametro nominale di mm 24, eseguiti in formazioni di qualsiasi natura, consistenza e durezza ivi comprese le rocce spingenti; compresa la perforazione, l'uso del tuboforma, l'allontanamento del materiale di risulta, la fornitura e posa in opera del tirante, della piastra di ancoraggio completa di contropiastre di ripartizione, dei dadi di bloccaggio e degli eventuali tubi di iniezione, la fornitura e posa in opera delle resine di ancoraggio, la messa in tensione del tirante, il bloccaggio del tirante contro la roccia, la fornitura e posa in opera degli ancoraggi di misura, il loro controllo durante l'esecuzione della galleria, e la elaborazione dei dati relativi in conformita' a quanto prescritto dalle norme tecniche. Tiranti ad ancoraggio puntuale mediante inserimento di cartucce di resina.			
C.3.11.b	a	<b>LUNGHEZZA ML 3 ANCORAGGIO PUNTUALE</b>	Cadauno	96'250 49.71	17.07.2001
	b	<b>LUNGHEZZA ML 4,50 - ANCORAGGIO PUNTUALE</b>	Cadauno	111'800 57.74	17.07.2001
	c	<b>LUNGHEZZA ML 6,00 - ANCORAGGIO PUNTUALE</b>	Cadauno	132'600 68.48	17.07.2001
C.3.13		<b>TIRANTI IN SOTTERRANEO ACCIAIO AD A.R. DIAM. 24 MM.</b> Tiranti aventi le stesse caratteristiche della voce precedente ed in particolare in barre di acciaio aventi il carico di snervamento a 500 MPa, per tiranti ad ancoraggio puntuale in resina, ma realizzati invece con ancoraggio continuo mediante riempimento del perforo con iniezioni in boiaccia di cemento additivata con accelerante antiritiro, compreso tubi di iniezione e di sfiato, tampone ed ogni altro accessorio; i tiranti aventi inclinazione sull'orizzontale superiore a 35°, dovranno essere forniti in opera completi di testa di ancoraggio ad espansione montata sulla estremita' del fondo foro. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.			
	a	<b>LUNGHEZZA ML 3,00 AD ANCORAGGIO CONTINUO</b>	Cadauno	111'800 57.74	17.07.2001
	b	<b>LUNGHEZZA ML 4.50 AD ANCORAGGIO CONTINUO</b>	Cadauno	140'100 72.36	17.07.2001
	c	<b>LUNGHEZZA ML 6,00 AD ANCORAGGIO CONTINUO</b>	Cadauno	161'300 83.30	17.07.2001
C.3.13		<b>INIEZIONE DI MISCELA DI CEMENTO E SABBIA A TERGO RIVESTIMENTO</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	Iniezione sotto pressione di miscela di cemento e sabbia con espansivo, avente la composizione di volta in volta prescritta dalla D.L., eseguita a tergo di rivestimenti esistenti di galleria o pozzo. Compreso la prestazione di pompe speciali, mescolatori, dosatori, tubi e raccordi; l'onere della sigillatura di eventuali filtrazioni ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere. Solo esclusa la fornitura del cemento da pagarsi al solo prezzo di fornitura. Lavoro da eseguirsi anche in soggezione di traffico.	Chilogrammo	350	17.07.2001
C.3.14	<b>INIEZIONI DI MISCELE DI CEMENTO E SABBIA IN SOTTERRANEO</b> Esecuzione di miscele di cemento, sabbia ed additivi fluidificanti ed anticoagulanti per iniezioni speciali all'interno dell'ammasso del terreno, sia in avanzamento che a consolidamento radiale, qualora non sia prevista nei prezzi finiti di altri articoli di elenco. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.		0.181	
	a <b>PER METRO CUBO DI SABBIA INIETTATA E MISURATA A SECCO</b>	Metro cubo	37'400	17.07.2001
			19.32	
	b <b>PER 100 KG DI CEMENTO IN SACCHI MISCELATO IN OGNI PROPORZIONE</b> Cemento in sacchi di tipo 425, addittivato ed opportunamente miscelato in ogni proporzione alla sabbia e graniglia di cui alla lettera a).	Quintale	37'800	17.07.2001
			19.52	
C.3.17	<b>IMPERMEABILIZZAZIONE DI GALLERIA NATURALE</b> Impermeabilizzazione realizzata nelle gallerie e nei pozzi con guaine in PVC dello spessore di mm 2 con sottostante strato di compensazione in geotessile non tessuto a filo continuo in polipropilene del peso di g/mq 500 disposta tra il preinvestimento in conglomerato cementizio spruzzato od il preanello ed il rivestimento in conglomerato cementizio; eseguita in conformita' delle prescrizioni di progetto e delle norme tecniche e secondo le disposizioni della D.L. Compreso l'onere della regolarizzazione della superficie d'appoggio, l'unione di teli costituenti la guaina mediante saldatura a doppio cordone, il fissaggio alle pareti con speciali tasselli in plastica saldati, i tubi longitudinali di drenaggio al piede in PVC fessurato del diametro non inferiore a mm 125; la captazione di eventuali venute d'acqua, i ponteggi occorrenti ed ogni altra prestazione ed onere.	Metro quadro	36'800	17.07.2001
			19.01	
C.3.20	<b>DRENAGGIO SU ARCO ROVESCIO IN FRANTUMATO DI CAVA</b> Drenaggio con frantumato o misto (tout venant) al di sopra dell'arco rovescio delle gallerie, cilindrato a fondo compreso l'onere dell'esecuzione in presenza di tubazioni radiali od assiali ed ogni altro onere.			
	a <b>MATERIALE PROVENIENTE DA CAVE</b>	Metro cubo	41'350	17.07.2001
			21.36	
	b <b>MATERIALE DI PROPRIETA' DELL'AMMINISTRAZIONE</b> Con materiale di proprieta' dell'Amministrazione, sia di provenienza da depositi esterni, sia proveniente da vagliatura e frantumazione del marino di scavo.	Metro cubo	18'100	17.07.2001
			9.35	
C.3.21	<b>TUBI DI CEMENTO PER DRENAGGIO DI FONDO GALLERIA</b> Tubo di cemento per condotta d'acqua o drenaggi di fondo in galleria, anche da collocare sopra l'arco rovescio, compreso			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	ogni onere.			
	a TUBI DI DIAMETRO INTERNO CM 20	Metro lineare	10'600	17.07.2001
			5.47	
	b TUBI DI DIAMETRO INTERNO CM 30	Metro lineare	15'950	17.07.2001
			8.24	
	c TUBI DI DIAMETRO INTERNO CM 40	Metro lineare	21'250	17.07.2001
			10.97	
	d TUBI DI DIAMETRO INTERNO CM 50	Metro lineare	24'550	17.07.2001
			12.68	
	e TUBI DI DIAMETRO INTERNO CM 60	Metro lineare	30'850	17.07.2001
			15.93	
C.3.22	<b>TUBAZIONE IN PVC RIGIDO TIPO 302 UNI CON GIUNTI A BICCHIERE</b> Tubazione in PVC rigido serie pesante tipo 302 UNI 7443/85 con giunti a bicchiere per alloggiamento cavi in sotterraneo; dato in opera per alloggiamento di cavi in getti di conglomerato cementizio.			
	a DIAMETRO ESTERNO 100 MM SPESSORE MM 3,2	Metro lineare	12'250	17.07.2001
			6.33	
	b DIAMETRO ESTERNO MM 125 SPESSORE MM 3,8	Metro lineare	15'550	17.07.2001
			8.03	
	c DIAMETRO ESTERNO MM 200 SPESSORE MM 4,5	Metro lineare	24'650	17.07.2001
			12.73	
C.3.24	<b>COMPENSO PERCENTUALE SUI PREZZI DI GALLERIA OLTRE 500 M</b> Compenso percentuale su tutti i prezzi dei lavori in sotterraneo, per lunghezze dagli imbocchi superiori a m 500.	Percentuale	5	17.07.2001
			0.00258	
C.3.25	<b>VERNICIATURA DI PIEDRITTI IN COPOLIMERI EPOSSIACRILICI</b> Verniciatura dei piedritti delle gallerie per una fascia di circa m 4,00 a partire da m 0,50 alla base del piedritto, eseguita a più mani con prodotto non infiammabile a base di copolimeri epossiacrilici a due componenti esente da solventi e diluibile in acqua, avente la seguente composizione: - residuo non volatile: 65-70 % in peso; - pigmento biossido di titanio 40 % in peso su residuo secco; - massa volumica 1.250 - 1.300 g/l. Data in opera compreso: il trattamento preliminare del supporto di calcestruzzo con lavaggio di acqua in pressione fino a 200 bar; stuccatura di eventuali irregolarità con stucco epossidico; i maggiori oneri per la rifinitura dei bordi superiore ed inferiore che dovranno presentarsi netti e rettilinei; ogni altra prestazione, fornitura ed onere.			
	a DATA A 2 MANI CON SPESSORE FINITO DI 0,25 MM	Metro quadro	10'150	17.07.2001
			5.24	
	b DATA A 3 MANI CON SPESSORE FINITO DI 0,35 MM	Metro quadro	15'100	17.07.2001
			7.80	
C.3.26	<b>MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALC. VIBRATO IN</b>			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p><b>SOTTERRANEO</b>            Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato con rck 35 MPa per la sistemazione idraulica delle gallerie, dati in opera compreso:            - la sigillatura e tenuta dei vari elementi con malta cementizia;            - i pezzi speciali per gli scarichi;            - le eventuali demolizioni di parti dei rivestimenti della galleria per l'alloggiamento dei prefabbricati;            - ogni altra prestazione ed onere.</p>			
	<p><b>a POZZETTO PREFABBRICATO CON VOLUME INTERNO &lt; DMC 500</b>            Pozzetto prefabbricato del volume interno fino a 500 dmc, sagomato secondo i disegni di progetto, anche di tipo multiplo, con spessori delle pareti perimetrali e dei fondelli non inferiore a 10 cm e chiusini in conglomerato cementizio armato amovibili per l'ispezione.</p>	Metro cubo	470 0.243	17.07.2001
	<p><b>b CUNICOLO IN ELEMENTI PREFABBRICATI DIMENSIONE CM 50*60</b></p>	Metro lineare	59'550 30.76	17.07.2001
C.3.27	<p><b>STAZIONE DI CONVERGENZA IN FASE DI AVANZAMENTO</b>            Stazione di convergenza da installare in fase di avanzamento dello scavo in galleria quando formalmente indicato dalla direzione lavori ed agli intervalli che la stessa prescriverà. Ogni stazione sarà composta da cinque chiodi fissati alla roccia a ridosso del fronte; i chiodi della lunghezza complessiva di m 1 saranno composti da una parte lunga cm 25, saldata ad una barra d'acciaio ad aderenza migliorata del diam. di mm 24 e lunghezza cm 75. Il prezzo comprende e compensa i perfori per l'infissione dei chiodi, il loro fissaggio con resina, la fornitura dei chiodi, il nolo delle apparecchiature di misura costituito da un deformometro di convergenza munito di nastro metrico di precisione completo di comparatore meccanico e quadro di taratura di tipo approvato dalla D.L. compresa ogni altra prestazione ed onere.</p>	Cadauno	346'100 178.75	17.07.2001
C.3.28/1	<p><b>STAZIONE SPECIALE RILIEVO PRESSIONI E DEFORMAZIONI - PERFORAZ.</b>            Stazione speciale da installare in galleria quando formalmente indicato dalla D.L. per le seguenti rilevazioni:            - deformazioni all'interno del masso attraversato oltre il contorno del cavo - pressioni radiali di contatto tra formazioni attraversate e strutture di sostegno;            - pressioni circonferenziali nel rivestimento            Data in opera compreso ogni onere.            1) Perforazione a rotazione o rotopercolazione del diametro non inferiore a mm 80 in terreni di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di roccia dura, e trovanti, per installazione di estensimetri multibase; compreso l'impianto di cantiere, gli eventuali oneri di ri-perforazione e di rivestimento provvisorio, la fornitura del rivestimento a perdere ed ogni altra prestazione, fornitura ed onere.</p>			
	<p><b>a ESEGUITA ALL'INTERNO DELLA GALLERIA, COMUNQUE ORIENTATA &lt; 15 M</b></p>	Metro lineare	74'000 38.22	17.07.2001
	<p><b>b ESEGUITA ALL'ESTERNO DELLA GALLERIA ORIENT. SUBVERTICALE &lt; 60M</b>            Eseguita all'esterno della galleria con orientamento verticale o comunque inclinato per profondità fino a 60 ml.</p>	Metro lineare	68'400 35.33	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

C.3.28/2	<b>ESTENSIMETRO MULTIBASE</b> Estensimetro multibase per la misura delle variazioni di distanza relativa tra 26 basi di ancoraggio installate a profondità diverse entro il perforo di cui al punto precedente ed una base di riscontro posta alla bocca del perforo stesso. Dato in opera sia all'interno che all'esterno di gallerie, compreso: - il collegamento tra basi di ancoraggio e base di riscontro mediante aste di acciaio zincato ciascuna scorrente in apposita guida; - iniezioni all'interno del perforo per l'ancoraggio delle basi e per il riempimento finale; - attrezzatura elettrica di misura costituita da trasduttori lineari di spostamento; - struttura a tenuta stagna per protezione della base di riscontro ed ogni altro onere.			
	a <b>ESTENSIMETRO A 2 BASI</b>	Cadauno	2'396'000 1'237.43	17.07.2001
	b <b>ESTENSIMETRO A 3 BASI</b>	Cadauno	3'182'000 1'643.37	17.07.2001
	c <b>ESTENSIMETRO A 4 BASI</b>	Cadauno	4'437'000 2'291.52	17.07.2001
	d <b>ESTENSIMETRO A 5 BASI</b>		5'150'000 2'659.75	17.07.2001
	e <b>ESTENSIMETRO A 6 BASI</b>	Cadauno	6'035'000 3'116.82	17.07.2001
	f <b>ASTA DI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO ZINCATO CON TUBO GUIDA</b>	Metro lineare	48'150 24.87	17.07.2001
C.3.28/3	<b>CELLA DI PRESSIONE A FLUIDO</b> Cella di pressione a fluido, atta a misurare le pressioni totali normali al piano della cella, tra le formazioni attraversate ed il rivestimento di prima fase in galleria; la cella dovrà avere fondo scala di 50 bar e sensibilità dell'1 % del fondo scala. Data in opera compreso: terminali; collegamenti elettrici fino ai punti di raccolta dei terminali; opere di protezione dei terminali e relativi collegamenti; ogni altra prestazione ed onere.	Cadauno	1'441'000 744.21	17.07.2001
C.3.28/4	<b>CELLA PIEZOMETRICA</b> Cella piezometrica atta a misurare le pressioni neutre all'interno delle formazioni attraversate a breve distanza dalla superficie di contatto del rivestimento di prima fase della galleria. Data in opera compreso: l'esecuzione dei relativi perfori; il materiale filtrante attorno alla cella; i terminali; i collegamenti elettrici fino ai punti di raccolta dei terminali; ogni altra prestazione, fornitura ed onere.			
	a <b>CELLA TIPO CASAGRANDE</b>	Cadauno	171'100 88.37	17.07.2001
	b <b>CELLA TIPO ELETTROPNEUMATRICO</b>	Cadauno	667'700 344.84	17.07.2001
	c <b>CELLA TIPO PIEZOELETTRICO</b>	Cadauno	1'124'000 580.50	17.07.2001
C.3.29	<b>BULLONI TIPO SUPERSWELLEX DA ML. 4.50</b> Bulloni tipo "Superswellex" da ml. 4.50	Cadauno	201'000 103.81	17.07.2001
C.3.30	<b>BULLONI TIPO SUPERSWELLEX DA ML. 6.00</b> Bulloni tipo "Superswellex" da ml. 6.00	Cadauno	240'300 124.10	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

C.3.31	<p><b>COMPENSO PERCENT.AI PREZZI DI LA VORI ALL'APERTO USATI IN SOTTER.</b>            Compenso percentuale sui prezzi dei lavori all'aperto per opere da eseguire in sotterraneo quando non esplicitamente previste nell'elenco prezzi in sotterraneo.</p>	Percentuale	10 0.0052	17.07.2001
C.1.02/b	<p><b>SCAVO IN GALLERIA A COMPORTAMENTO PLASTICO-FLUIDO</b>            Scavo in galleria ad andamento suborizzontale a sezione corrente, sia per l'asta principale che per by pass o collegamenti tra due canne, scavo da eseguirsi a mezza sezione (calotta + strozzo) senza opere di consolidamento del fronte o di protezione di esso e degli anelli adiacenti o di pretaglio o di perforazione con fresa o di allargamento del preforo di fresa od eccedenti il n di chiodi di cui appresso. Sono invece compatibili con il prezzo e da pagare a parte, la eventuale posa di rete, di chiodi-tiranti per non piu' di 1 per ogni mq di paramento, di centine, di sprizbeton e di gunite. La contabilizzazione viene effettuata sul cavo teorico piu' 15% per sovrataglio qualunque sia il suo volume.</p>	Metro cubo	111'000 57.33	17.07.2001
	<p>a <b>CLASSE IV^ - SENZA INTERVENTI CONSERVATIVI</b>            Prezzo da utilizzare qualora si tratti di prezzario con la suddivisione in classi secondo Rabcewik ecc. e scavo senza ointerventi conservativi.</p>			
	<p>b <b>IN CLASSE V^ A - SCAVO SENZA INTERVENTI CONSERVATIVI</b>            Prezzo da utilizzare qualora si tratti di prezzario con la suddivisione in classi di scavo secondo Rabcewik, per scavi senza interventi conservativi.</p>	Metro cubo	112'500 58.10	17.07.2001
	<p>c <b>IN CLASSE V^ B - SCAVO SENZA INTERVENTI CONSERVATIVI</b>            Prezzo da utilizzare nel caso in cui si tratti di prezzario espresso con la suddivisione in classi secondo Rabcewik ecc. Nel caso si tratti di scavo senza alcun intervento conservativo e per piccole quantita'.</p>	Metro cubo	111'900 57.79	17.07.2001
	D - OPERE STRADALI - SOVRASTRUTTURE			
D.01	<p><b>FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE STABILIZZATO</b>            Fondazioni stradali come da elenco.</p>	Metro cubo	41'950 21.67	17.07.2001
D.02	<p><b>STRATO DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO</b>            Come da elenco.</p>	Metro cubo	65'900 34.03	17.07.2001
D.03	<p><b>CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE</b>            Conglomerato bituminoso per strato di base come da elenco</p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	con additivi ecc.			
	<b>a PER OGNI MC. DI CONGLOMERATO COMPATTATO IN OPERA</b>	Metro cubo	122'400	17.07.2001
			63.21	
	<b>b PER OGNI MQ. E PER UNO SPESSORE DI CM. 10</b>	Metro quadro	12'250	17.07.2001
			6.33	
<b>D.04</b>	<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO BINDER</b> Conglomerato bituminoso - binder, come da elenco.			
	<b>a PER OGNI MC. DI CONGLOMERATO COMPATTATO IN OPERA</b>	Metro cubo	153'600	17.07.2001
			79.33	
	<b>b COMPATTATO PER OGNI METRO QUADRATO A SPESSORE DI CM 4</b>	Metro quadro	6'140	17.07.2001
			3.17	
	<b>c COMPATTATO PER OGNI MQ. E PER SPESSORE DI CM. 5</b>	Metro quadro	7'680	17.07.2001
			3.97	
	<b>d COMPATTATO PER OGNI MQ. E PER SPESSORE DI CM. 6</b>	Metro quadro	9'220	17.07.2001
			4.76	
<b>D.05</b>	<b>CALCESTRUZZO BITUMINOSO PER TAPPETO DI USURA</b> Tappeto di usura in calcestruzzo bituminoso come da elenco.			
	<b>a PER OGNI MC. DI TAPPETO COMPATTATO IN OPERA</b>	Metro cubo	170'600	17.07.2001
			88.11	
	<b>b PER OGNI MQ. DI TAPPETO E PER UNO SPESSORE DI CM. 3</b>	Metro cubo	5'120	17.07.2001
			2.64	
<b>D.06</b>	<b>CONGLOMERATO BITUMINOSO PER RISAGOMATURA SCIOLTO</b> Conglomerato bituminoso per risagomatura come da elenco.	Metro cubo	95'050	17.07.2001
			49.09	
<b>D.07</b>	<b>STESA DI CONGLOMERATO BITUMINOSO</b> Stesa di conglomerato bituminoso come da elenco.	Metro quadro	1'360	17.07.2001
			0.70	
<b>D.08</b>	<b>TRATTAMENTO SUPERFICIALE BITUMINOSO A FREDDO</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	2'570	17.07.2001
			1.33	
<b>D.09</b>	<b>TRATTAMENTO SUPERFICIALE DI SECONDA APPLICAZIONE A CALDO</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	2'080	17.07.2001
			1.07	
<b>D.10</b>	<b>PAVIMENTAZIONE DEI MARCIAPIEDI CON ASFALTO COLATO</b> Come da voce d'elenco.	Metro quadro	4'570	17.07.2001
			2.36	

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

D.12	<b>FORNITURA E MISCELAZIONE DI ATTIVANTE L'ADESIONE</b> Come da voce d'elenco.	Chilogrammo	3'190 1.65	17.07.2001
D.15	<b>TRATTAMENTO SUPERFICIALE A FREDDO TIPO SLURRY-SEAL</b> Microtappeto a freddo tipo "slurry-seal" costituito da uno strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita formata da inerti frantumati di cava con perdita "Los Angeles" (CNR.BU.34/73) sulle singole pezzature dal 16 al 18 % e levigabilità CLA > 45 % sulla massima pezzatura che dovrà essere totalmente passante al n° 10 UNI; gli inerti saranno legati da emulsione bituminosa al 60 % di bitume tipo "B" (ex 80-100) con elastomeri sintetici incorporati in acqua prima dell'emulsione ed inoltre additivi chimici (dopes) per facilitare l'adesione tra bitume ed inerte. Il contenuto di bitume sarà compreso tra l'8 ed il 14 %. Il tappeto sarà realizzato con macchina impastatrice-stenditrice semovente in grado di eseguire in modo continuo le operazioni di confezionamento, stesa e rullatura. Il prezzo comprende l'energica pulizia della superficie da trattare con motosoffiatrici o lavaggio a pressione per allontanare detriti e polveri ed inoltre la saturazione della superficie del tappeto con sabbia di frantoio.			
	a <b>SPESSORE MM 4</b>	Metro quadro	4'290 2.22	17.07.2001
	b <b>SPESSORE MM 6</b>	Metro quadro	4'830 2.49	17.07.2001
D.17	<b>RIGENERAZIONE IN SITO DELLA PAVIMENTAZ. IN CONGLOM. BITUMINOSO</b> Rigenerazione in sito: come da voce d'elenco. (Rigenerazione in sito della pavimentazione in conglomerato bituminoso, eseguita con attrezzature composte da fresatrice da ml. 4.20, impianto drummixer da 100 t/h massime, munito di abbattitore di fumi a norma di legge, vibrofinitrice e rullo. Con aggiunta di inerti di 2° categoria per correzione della curva granulometrica in misura non inferiore al 15% di bitume, additivi rigeneranti il vecchio bitume, compresa altresì la fresatura della esistente pavimentazione ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte). - Al metroquadrato e per ogni centimetro di spessore:	Metro quadro	1'780 0.92	17.07.2001
D.18	<b>FRESATURA DI PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO</b> Fresatura a freddo di strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso mediante particolare macchina fresatrice da 750 hp, per spessori di pavimentazione compresi fra 5 e 15 cm. e larghezza di ml. 4.20, compreso la rimozione parziale del materiale fresato, il trasporto a discarica e quanto altro occorra per avere il lavoro compiuto. Si considera una produzione oraria di 70 ml. per una larghezza di fresatura di ml. 4.20 e una profondità di 10 cm. pari a: ml/h 70.00 x ml. 4.20 x cm. 10 = mq/h 2.940, valutando anche la necessità dell'esecuzione di una prefresatura. - Per ogni metro quadrato di fresatura e per ogni cm di spessore	Metro quadro	700 0.362	17.07.2001
D.20	<b>TAPPETO DI USURA IN CONGLOMERATO DRENANTE SPESS. MEDIO MM 50</b> Conglomerato bituminoso di tipo drenante per strati di usura costituito da una miscela di pietrischelli frantumati di 1° Cat. (coeff.levigabilitàCLA>0.44; perdita Los Angeles-			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p>CNR.BU.34/73 &lt; 20 %); sabbie granite (equivalente in sabbia sulla miscela CNR.BU.27/72 &gt; 70) e bitume di tipo "E"od"F" in quantita' tra il 5 ed il 6 % del peso degli aggregati. Il conglomerato potra' disporsi lungo fusi differenziati con passante totale dal crivello 20 al 10 a seconda delle caratteristiche di drenabilita' desiderate, secondo le prescrizioni di contratto e della D.L. Di massima il fuso ad eccellente drenaggio avra' percentuale di vuoti dal 16 al 18 %, mentre gli altri fusi dal 14 al 16 %. La stabilita' Marshall (prova CNR.BU 30/73) sara' non inferiore a 500 kg per il conglomerato a massima permeabilita' e 600 per quelli a maggiore resistenza. Il valore della rigidezza Marshall (rapporto tra la stabilita' in kg e lo scorrimento in mm) dovra' essere &gt; 200 per il fuso a massima permeabilita' e 250 per gli altri. La resistenza a trazione indiretta dovra' essere compresa tra 0,7 a 1,1 N/mm<sup>2</sup> a 10 °C e tra 0,12 e 0,2 N/mm<sup>2</sup> a 40 °C; il coefficiente di trazione indiretta sara' corrispondentemente &gt; 55 e &gt; 12 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>La stesa in opera avra' le stesse norme dei conglomerati tradizionali, salvo temperatura di costipamento che sara' compresa tra 140 e 150 °C. A compattamento effettuato la capacita' drenante, controllata con permeometro a colonna d'acqua da 250 mm su area di 154 cm<sup>2</sup> e spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm, dovra' essere maggiore di 12 dmc/min per il fuso a massima capacita' drenante ed 8 dmc per gli altri.</p> <p>Il prezzo comprende la mano d'attacco con stesa di bitumi tipi "C", "C1", "D", "H1" in quantita' compresa tra 0,6 e 2 kg/m<sup>2</sup> e spargimento di strato di sabbia prebitumata. Sono inoltre compresi gli oneri di esecuzione previa stesa di tappeto sottile di impermeabilizzazione e risagomatura nonche' ogni altro onere previsto per i manti bitumati.</p>			
	<p><b>a A MASSIMO POTERE DRENANTE CON BITUMI AL 2 % LDPE + 6 % SBS-R</b></p>	Metro quadro	14'500	17.07.2001
			7.49	
	<p><b>b A MEDIO POTERE DRENANTE CON BITUMI AL 2 % SBS-R E 6 % PEC</b></p>	Metro quadro	15'150	17.07.2001
			7.82	
D.21	<p><b>TAPPETO DI USURA TIPO ANTI-SKID</b>          Conglomerato bituminoso per tappeto di usura del tipo anti-skid SPLIT-MASTIX ottenuto con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- graniglia e pietrischetti appartenenti alla 1' categoria delle norme C.N.R., del tipo basaltico o granitico, con perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% e rispondenti alla granulometria</li> <li>- passante al 3/4 trattenuto al 1/2 100%</li> <li>- passante al 1/2 trattenuto al 1/4 30-60%</li> <li>- passante al 4 trattenuto al 10 20-25%</li> <li>- passante al 80 trattenuto al 200 6-8%</li> <li>- addensante costituito da microfibre di varia natura quali</li> <li>- farina fossile</li> <li>- cellulosa o minerali</li> <li>- artificiali di vetro o gomma</li> </ul> <p>caratterizzati dall' avere una elevatissima superficie specifica, in ragione variabile dallo 0.3% al 1.5% del peso degli aggregati;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- legante costituito da bitume modificato con styrene-butadiene-styrene avente le seguenti caratteristiche:</li> <li>- Penetrazione a 25°C 50-70 dmm</li> <li>- Punto di rammollimento 70-80 °C</li> <li>- Punto di rottura FRAAS &lt;= 15 °C</li> <li>- Viscosita dinamica a 160°C 0.5-2 Paxe</li> </ul> <p>in ragione del 6.5-7.5% in peso degli aggregati; miscalati ed addensati con idonee macchine in modo da ottenere una stabilita MARSHALL minima di 750 kg ed una percentuale di vuoti compresa tra il 2% ed il 4% in volume; compresa la preparazione del piano di posa ma esclusa la fornitura e posa in opera della mano di attacco con bitume modificato, compreso atresi ogni lavorazione ed onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte; di spessore medio finito di cm. 3</p>	Metro	14'150	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

D.22	<b>FORN. E POSA IN OPERA DI MANO DI ATTACCO PER TAPPETO DI USURA</b> Mano di attacco in bitume modificato per tappeto di usura del tipo anti-skid SPLIT-MASTIX in ragione di 1.5 kg/mq	quadro	7.31	
		Metro quadro	1'770	17.07.2001
			0.91	
	<b>E - OPERE VARIE E DI COMPLETAMENTO</b>			
	<b>E.1 - DRENAGGI, BONIFICHE E CONSOLIDAMENTI</b>			
E.1.01	<b>FORNITURA E STESA DI TELI DI GEOTESSILE ANTICONTAMINANTE</b> Stesa su qualunque superficie, anche con battente d'acqua non superiore a 50 cm ed anche su superfici inclinate e scarpe o superfici verticali ad esempio di trince di drenaggio, di strato anticontaminante di polipropilene o poliestere a filo continuo come da Norme Tecniche di capitolato, punto y) "qualita' e provenienza materiali", con le resistenze a trazione fissate, compreso l'onere di rimbocco su eventuale strato, anche drenante, superiore ed ogni altra fornitura o magistero per la stesa e copertura.			
	a <b>LEGGERO - PESO PER MQ SUP. A 200 GRAMMI E RESIST.&gt; 300 N/5CM</b>	Metro quadro	3'520	17.07.2001
			<u>1.82</u>	= 1,92
	b <b>PESANTE - PESO PER MQ SUP.500 G E RESIST. SUP 500 N/ 5 CM</b> Fornitura e stesa di teli di geotessile pesante, anche per rivestimento pali a grande diametro.	Metro quadro	4'510	17.07.2001
			2.33	
E.1.02	<b>RETE DI RINFORZO DI RILEVATI IN ACCIAIO PLASTICATO</b> Rinforzo di terreni in rilevato, con elementi di rete zincata e plasticata comprese barrette e geosintetico, disposti in orizzontale nel terreno, con risvolti sulla scarpata esterna e di collegamento all'elemento superiore. Il prezzo comprende la fornitura e la posa del grigliato costituito da pannelli di dimensioni non inferiori a cm 400*200*60, eseguiti in filo d'acciaio del diametro di almeno 2 mm, plasticato, di peso complessivo non inferiore a kg 1.0 / mq, nonche' del geosintetico di interfaccia di rivestimento esterno di sviluppo pari a tre volte la faccia esterna dell'elemento. Al mq di superficie misurata sulla sua faccia esterna a lavoro finito, comprese le sovrapposizioni di almeno cm 15 alla giunzione dei pannelli; escluso il riempimento.	Metro quadro	220'700	17.07.2001
			113.98	
E.1.03	<b>GABBIONI METALLICI DOPPIA ZINCATURA E DOPPIA TORSIONE IN OPERA</b> Fornitura e posa in opera di gabbionate in rete come da elenco (pg 70/1990). In particolare la dimensione orientativa sara' di cm 100 x 200 x h 100; il filo avra' d. 3.0 mm con maglia cm 10*8; il peso della rete sara' di kg 9,8 / mc di gabbione montato.	Chilogrammo	5'690	17.07.2001
			2.94	
E.1.04	<b>MATERASSI METALLICI TIPO RENO O SIM. IN OPERA SENZA RIEMPIMENTO</b> Fornitura e posa in opera, pronte per il riempimento in pietrame, di mantellate in rete metallica a doppia torsione e forte zincatura (150 micr), con filo d. mm 2,2, maglia di			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	dimensione orientativa 6x8 cm, dimensioni minime cm 300*200*23 ovvero con tasche 100*200*23 (peso della rete kg 3,5/mq); e' compreso nel prezzo ogni onere di montaggio e legamento dei materassi, solo escluso il riempimento.	Chilogrammo	5'470 2.83	17.07.2001
E.1.05/b	<b>RIEMPIMENTO GABBIONI O MATERASSI METALLICI CON PIETRAMI O CIOTOLI</b> Riempimento di gabbioni metallici o materassi in rete metallica, con pietrame o ciottoli duri di dimensione idonea ed uniforme, da due a quattro volte superiore alle maglie della rete, pietrame proveniente da cave di prestito, compreso il trasporto dalla cava; il pietrame sarà assestato, anche a macchina ma in modo da consentire un riempimento uniforme ed omogeneo del pietrame stesso, ed assicurare così un riempimento dei gabbioni costante nel tempo, senza fuoriuscita di materiale; e' compresa ogni prestazione necessaria per la creazione di facce piane ed ogni altra prestazione od onere. (vedi E.P. pg 70/90)			
		Metro cubo	41'000 21.17	17.07.2001
E.1.06	<b>SOVRAPPR. RIEMPIMENTO GABBIONI PER FACCIA VISTA A OPERA INCERTA</b> Sovrapprezzo al riempimento di gabbioni o materassi in rete metallica per faccia vista ad opera incerta ottenuta con sistemazione a mano di pietrame tagliato ed assestato, previa idonea rinzeppatura, compreso ogni onere di cernita e taglio del pietrame, ed ogni altro onere per dare l'opera compiuta a regola d'arte.			
		Metro quadro	40'100 20.71	17.07.2001
E.1.07	<b>GABBIONI PLASTIFICATI CON TELO E RETE PER RINFORZO DI TERRE</b> Fornitura e posa in opera di gabbioni metallici a forte zincatura e plasticati muniti di telo di rete a rinforzo di rilevato strutturale da sostenere, delle dimensioni dell'elemento completo di cm 400x200x100. Rete a doppia torsione 8x10 filo zincato e plasticato di diam. interno mm 2,70 ed esterno mm 3,70, comprese barrette metalliche zincate e plasticate del diam. interno mm 3,40 ed esterno 4,40 inserite a cerniera in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura ed il geosintetico, escluso riempimento. A mq di superficie di gabbione misurata sulla sua faccia esterna.			
		Metro quadro	241'600 124.78	17.07.2001
E.1.08	<b>GEOGRIGLIA IN POLIPROPILENE PER CONTENIMENTO STRATI DI RILEVATO</b> Geogriglia in polipropilene per il contenimento ed armatura di rilevati, costituito da pannelli o rotoli che, distesi, si dispongano a struttura piana monolitica con resistenza a trazione di 14 kN/m in direzione longitudinale e 18 kN/m in quella trasversale, avente peso non inferiore a 200 g/mq, data in opera su qualunque superficie, anche con battente d'acqua di altezza non superiore a 50 cm, stesa sullo strato di posa del terreno da rinforzare, compresa la sovrapposizione dei pannelli o rotoli per una fascia di almeno 30 cm, ed ogni altro onere.			
		Metro quadro	9'660 4.99	17.07.2001
E.1.09	<b>GEOCOMPOSITO IN GEOGRIGLIA E DOP PIO GEOTESSILE PESO &gt; G/MQ 500</b> Fornitura e posa in opera di geostuoia composta da georete			



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	in polietilene ad alta densita' contenuta tra due teli di geotessile leggero, accoppiati alla georete per termosaldatura; la geostuoia avra' elevata capacita' drenante per la realizzazione di un sistema filtro-dreno-protezione del rilevato di peso non inferiore a 500 grammi/mq e spessore non inferiore a mm 3,5; data in opera, comprese sovrapposizioni ai bordi del telo o del pannello per almeno 25 cm ed ogni altro onere e magistero.	Metro quadro	13'000 6.71	17.07.2001
E.1.10	<b>GRIGLIATO IN ELEMENTI DI CEMENTO VIBRATO PER COPERTURA SCARPATE</b> Grigliato in elementi di cemento vibrato ad alta resistenza, di spessore non inferiore a cm 23, disegnati in modo da mostrare spazi passanti in quantita' non inferiore a 2/3 della superficie complessiva dell'elemento, della superficie dell'elemento, con bordi che consentano l'incastro reciproco degli elementi stessi, dati in opera su fondo, anche in scarpata, previa stesa di uno strato di sabbia di conguaglio, compreso l'onere di assestamento a mano e riempimento con terreno vegetale seminato ed ogni altro onere.	Metro quadro	32'400 16.73	17.07.2001
E.1.11	<b>RIVESTIMENTO SCARPE A GRIGLIATO IN NON TESSUTO INTERRATO</b> Rivestimento delle scarpate in trincea con grigliato semirigido in tessuto non tessuto (ad es. tipo Armater o Interchimica) del peso di almeno 500 g/mq, ricoperto con cm. 20 di terreno vegetale seminato e posato su superficie regolare, previa eventuale stesa di sabbia di conguaglio e regolarizzazione; il grigliato sara' ancorato al terreno di scarpata con pioli di quantita' e lunghezza sufficiente per assicurare la stabilita' del grigliato stesso ed in ogni caso con almeno n 5 pioli di lunghezza di cm 50 per mq di effettiva scarpa; compresa la fornitura del terreno vegetale ed ogni altro onere di trasporto e posa.	Metro quadro	30'450 15.73	17.07.2001
E.1.12	<b>GEOSTUOIA CON STRATO DI PAGLIA TRAPUNTATA E SEMINATA PER SCARPE</b> Geostuoia biodegradabile costituita da uno strato di paglia trattato con concime e seminato, trapuntato con filo naturale, data in opera previa regolarizzazione della scarpata da trattare eventualmente con concimi o calce, ed in modo da assicurare un buon contatto tra la stuoia ed il terreno, fissata con picchetti in legno ogni 2/4 m per ogni fascia e da altri intermedi in filo metallico da piegare ad U in numero di 2 per mq, compreso l'onere della sovrapposizione delle fasce adiacenti per 5 cm, l'interrimento dei bordi esterni e l'annaffiamento per almeno 2 mesi dalla posa ed ogni altro onere per assicurare l'attecchimento del prodotto.	Metro cubo	18'350 9.48	17.07.2001
E.1.13	<b>FORNIT. E POSA SU TERRENO/APPOGGIO DI TUBI DI CALCESTRUZZO</b> Fornitura e posa in opera di tubi di calcestruzzo congiunti a maschio e femmina compresa sigillatura dei giunti, come da voce d'elenco; (E.P. pg 70/90)			
a	<b>DIAMETRO CM 40</b>	Metro lineare	30'750 15.88	17.07.2001
b	<b>DIAMETRO CM 50</b>	Metro lineare	36'350 18.77	17.07.2001
c	<b>DIAMETRO CM 60</b>	Metro	43'150	17.07.2001

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	d	DIAMETRO CM 80	lineare	22.29	
			Metro lineare	78'650	17.07.2001
	e	DIAMETRO CM 100		40.62	
			Metro lineare	118'700	17.07.2001
	f	DIAMETRO CM 120		61.30	
			Metro lineare	150'400	17.07.2001
E.1.14/a		<b>FOR/ POSA TUBI ACCIAIO ONDULATO ARMCO AD ANELLO INTERO</b> Fornitura e posa in opera di tubi di acciaio ondulato a forte zincatura, autosostentanti di diametri vari ma ad anello intero corrispondenti alle Norme Tecniche di Capitolato, completi di organi di giunzione, in opera su sottofondo in tout venant arido (A1, A2.4, A 2.5) compreso rifianco pure con materiali dello stesso tipo, materiali tutti compensati a parte.		77.68	
			Chilogrammo	2'660	17.07.2001
E.1.14/b		<b>FORNIT.E POSA DI TUBI IN ACCIAIO ONDULATO A PIASTRE MULTIPLE</b> Fornitura e posa in opera di tubi di acciaio, come alla voce precedente, ma a piastre multiple di qualunque diametro, compreso ogni onere. piastre multiple di qualunque diametro compreso ogni onere. A.2.5, A.3) compreso		1.37	
			Chilogrammo	2'980	17.07.2001
E.1.15		<b>STRUTTURE DI SOSTEGNO AD ARMATURA IN GEOTESSILE</b> Strutture di sostegno a paramento inclinato rispetto all'orizzontale di 50-65 C costituito da strati di materiale idoneo alternati con teli di armatura in geo tessile realizzata secondo gli elaborati di progetto e le prescrizioni delle norme tecniche.			
	a	PER ALTEZZA FINO A M 4		294'000	17.07.2001
				151.84	
	b	PRE ALTEZZA FINO A ML 6,00 Maggiorazione percentuale da applicarsi al prezzo precedente per altezze fino a ml. 6 e per tutta l'altezza del manufatto.			
			Percentuale	8	17.07.2001
				0.00413	
	c	PER ALTEZZE FINO A ML 8,00 Maggiorazione percentuale da applicarsi al prezzo precedente per altezze fino a ml. 8 e per tutta l'altezza del manufatto.			
			Percentuale	15	17.07.2001
				0.0077	
E.1.16		<b>TUBI DI DRENAGGIO DI OGNI DIAMETRO IN LAMIERA ONDULATA ZINCATA</b> Tubi perforati di drenaggio di diametro mm 150 - 300 in lamiera di acciaio ondulata a zincatura pesante (150 micr), con 60 fori per ml, dati in opera, sia collocati su strati di sabbia alla base di trince di drenaggio, sia infilati in perfori, compresi accessori e giunzioni, esclusi gli scavi (o perfori) e la posa di filtri in sabbia o geotessuto. (vedi E.P. pg 68/90)			
			Chilogrammo	2'510	17.07.2001
				1.30	
E.1.17		<b>GEODRENI VERTICALI A NASTRO</b> Dreno a nastro in elemento rigido in polipropilene sagomato della larghezza di mm 100 circa, avvolto in geotessile non			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	tessuto; infisso a pressione nel terreno mediante idonea attrezzatura, in direzione verticale od inclinata, dato in opera compreso ogni onere e misurato sulla effettiva infissione del nastro prefabbricato.	Metro lineare	7'730 3.99	17.07.2001
E.1.18	<b>DRENAGGI VERTICALI IN SABBIA CON TUBOFORMA MM 420 TRIV. O BATT.</b> Drenaggi verticali in sabbia come da voce d'elenco. (pg 67 E.P. 1990)	Metro lineare	75'700 39.10	17.07.2001
E.1.19	<b>TUBO FILTRANTE IN PVC RIGIDO A SCANALATURE LONGITUDINALI</b> Tubo filtrante microfessurato in PVC rigido, a scanalature longitudinali, eventualmente con tratto cieco, dello spessore non inferiore a mm 4,5; dato in opera all'interno di perforazioni per tubi o drenaggi, compreso i manicotti di giunzione ed ogni altra prestazione ed onere.			
	a <b>DIAMETRO INTERNO MM 50</b>	Metro lineare	11'300 5.84	17.07.2001
	b <b>DIAMETRO INTERNO MM 90</b>	Metro lineare	14'900 7.70	17.07.2001
E.1.20	<b>SOVRAPPR. AI TUBI PICCOLO-MEDIO DIAM. PER CALZA DI GEOTESSILE</b> Sovraprezzo ai tubi drenanti in PVC, ovvero a tubi di piccolo o medio diametro da mm 50 a mm 550, per fornitura e posa in opera attorno ad essi di calza in geotessile pesante da 500 g/mq in polipropilene o poliestere. Sono compresi nel prezzo tutti i maggiori oneri di composizione ed infilaggio del tubo nella sede propria ed ogni altro onere e magistero.			
	a <b>PER DIAMETRO INTERNO MM 50</b>	Metro lineare	2'010 1.04	17.07.2001
	b <b>PER DIAMETRO INTERNO MM 90</b>	Metro lineare	2'700 1.39	17.07.2001
	c <b>DEL DIAMETRO DI MM 120-180</b>	Metro lineare	3'980 2.06	17.07.2001
	d <b>DEL DIAMETRO DA MM 220 A MM 260</b>	Metro lineare	5'690 2.94	17.07.2001
	e <b>DEL DIAMETRO DI MM 350-450</b>	Metro lineare	6'950 3.59	17.07.2001
	f <b>DEL DIAMETRO DA MM 450 A 550</b>	Metro lineare	7'380 3.81	17.07.2001
E.1.21	<b>IMPERMEABILIZZAZIONE DI SUPERFICI DI CLS CON TELI PVC 2 MM</b> Impermeabilizzazione di pareti o superfici in calcestruzzo semplice, armato o precompresso, con teli in PVC dello spessore non inferiore a mm 2, eseguita sia in galleria artificiale che all'aperto, con primo strato di tessuto non tessuto di 600 g/mq applicato al sottofondo con bottoni pvc semirigido ad alta resistenza a mezzo di chiodi a sparo in ragione di 4 / mq. L'impermeabilizzazione sarà eseguita con i teli stesi e saldati per termofusione sia ai bottoni che alla ripresa tra i teli. E' compreso nel prezzo il collocamento di			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	tubo drenante alla base della parete, se trattasi di applicazione verticale; inoltre e' compreso ogni onere, fornitura e magistero per dare il lavoro compiuto.	Metro quadro	39'150 20.22	17.07.2001
	<b>E.2 - LAVORAZIONI SU MANUFATTI ESISTENTI</b>			
<b>E.2.01</b>	<b>BOCCIARDATURA MECCANICA O A MANO DI SUPERFICI CEMENTIZIE</b> Bocciardatura meccanica o a mano di superfici cementizie, travi, controventi per renderle atte a ricevere nuovi getti di calcestruzzo. Compresa e compensata nel prezzo l'asportazione di parti ammalorate, la pulizia dell'armatura metallica scoperta mediante sabbiatura, l'energica spazzolatura, la soffiatura ed il la - vaggio con acqua a pressione di tutte le superfici scoperte. Compreso inoltre ogni altro onere e prestazione per dare il lavoro eseguito a regola d'arte. - Per ogni metro quadrato:	Metro quadro	29'350 15.16	17.07.2001
<b>E.2.02</b>	<b>SISTEMAZ. FERRI ARMATURA ESIST. PER PREPARAZ. NUOVI LAV. IN C.A.</b> Sistemazione dei ferri di armatura esistenti per la preparazione dei nuovi lavori in cemento armato, comprendente: la raddrizzatura ed il riposizionamento dei ferri in opera, l'eventuale taglio delle armature corrose, il loro adattamento, tutte le rilegature e tutto quanto occorra per poter adeguatamente procedere poi ai nuovi lavori. - Per ogni metro quadrato di intervento:	Metro quadro	11'800 6.09	17.07.2001
<b>E.2.03</b>	<b>PRETRATT. SUPERF. IN CLS PER CONTATTO FRA VECCHIE E NUOVI GETTI</b> Pretrattamento delle superfici in calcestruzzo di opere d'arte e/o manufatti diversi esistenti, destinate al contatto tra vecchi e nuovi getti, con particolare soluzione acquosa di resine acrilico-viniliche stese a pennello, rullo o spruzzo, in ragione di 2-3 litri per metro quadrato, così da garantire la migliore adesione tra i getti vecchi e nuovi. Esclusi dal prezzo eventuali ponteggi, impalcature e/o attrezzature mobili necessarie per l'esecuzione del lavoro, mentre sono incluse le eventuali coperture semoventi installate a protezione del cantiere dagli eventi atmosferici, nonché ogni fornitura, attrezzatura complementare e magistero occorrenti. - Per ogni metro quadrato di superficie trattata:	Metro quadro	24'650 12.73	17.07.2001
<b>E.2.07</b>	<b>TAGLIO DELLA PAVIMENTAZIONE IN CONGLOM. BITUMINOSO-SPESS. 20 CM</b> Taglio della pavimentazione in conglomerato bituminoso su impalcati di opere d'arte, secondo una sagoma prestabilita e per lo spessore fino all'estradosso della soletta, eseguito con l'impiego di macchine speciali a lama diamantata; compresa l'acqua per il raffreddamento della lama e lo spurgo del taglio. Per una profondità di taglio di cm 10 o frazione, compreso ogni onere e prestazione.	Metro lineare	1'120 0.58	17.07.2001
<b>E.2.15</b>	<b>SCARIFICA E/O DEMOLIZIONE PAVIM. SU IMPALCATI DI OPERE D'ARTE</b> Scarifica e/o demolizione di pavimentazione in conglomerato bituminoso su impalcati di opere d'arte, da eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante impermeabilizzazione o soletta; compreso e compensato nel prezzo la rifilatura del perimetro, il caricamento ed il trasporto del materiale a rifiuto ed una			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	adeguata pulizia, con aria compressa o con idrolavaggio a pressione, delle superfici cementizie scoperte. Lavoro eseguito a mano con l'ausilio di martello demolitore, su singole zone e piccole quantità. - Per ogni metro quadrato e per centimetro di spessore o frazione di esso.	Metro quadro	600  0.310	17.07.2001
<b>E.2.16</b>	<b>INIEZIONE DI MISCELA/MALTA PER CONSOLIDAMENTI DI OPERE D'ARTE</b> Iniezioni di miscele di cemento ed additivi ovvero di malte reoplastiche anch'esse idoneamente addittivate, per la riparazione di opere d'arte massicce ammalorate (quali pile o spalle piene, murature di ogni genere ecc.) ovvero consolidamenti sempre di opere d'arte nelle fondazioni. Il prezzo compensa la formazione della miscela, l'iniezione con idonee attrezzature fino a rifilimento completo dalle fessure, il controllo delle pressioni e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a regola d'arte. La suddivisione viene calibrata per ogni punto di immissione del materiale e per iniezione fino a q.li 2 di cemento. La quantità di cemento iniettato deve risultare dalla dimostrazione delle totali quantità di cemento affluite al cantiere dalle quali detrarre tutte le quantità occorse per la confezione delle altre lavorazioni. Esclusa la fornitura degli eventuali additivi, solo se ordinata dalla D.L., come da Capitolato.			
	<b>a INIEZIONE FINO A QL. 2 DI CEMENTO</b>	Quintale	21'750 11.23	17.07.2001
	<b>b OLTRE Q.LI 2</b>	Quintale	14'600 7.54	17.07.2001
	<b>E.3 - SCOGLIERE, CANALETTE ED EMBRICI</b>			
<b>E.3.01</b>	<b>MASSI NATURALI PROVENIENTI DA CAVE PER SCOGLIERE</b> Massi naturali provenienti da cave per scogliere di seconda categoria.	Tonnellata	30'850 15.93	17.07.2001
<b>E.3.04</b>	<b>FORNITURA E POSA IN OPERA DI CANALETTE TIPO EMBRICI 50X50</b> Fornitura e posa in opera di canalette tipo embrici 50 x 50 (vedi E.P. pg 72/90)	Metro lineare	30'550 15.78	17.07.2001
<b>E.3.06</b>	<b>ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. VIBRATO PER RIVESTIMENTO CUNETTE</b> Come da voce d'elenco (pg 72/90).	Metro quadro	27'600 14.25	17.07.2001
	<b>E.4 - BARRIERE (*)</b>			
<b>307</b>	<b>F.P.O. BARRIERE SICUREZZA LATERALE SU RILEVATO</b> in acciaio monofacciale con zincatura di 305 g/mq per lato, rette o curve, con caratteristiche di cui al Capitolato Speciale d'Appalto, compreso ogni onere per dare l'opera finita a regola d'arte e conforme alla normativa vigente compreso i dispositivi rifrangenti da applicarsi di norma a distanza di ogni 3 elementi o a seconda delle indicazioni della D.L., compreso altresì i terminali da misurarsi linearmente.			
	<b>a DOPPIA ONDA A1 (N1) INDICE SEVERITA' &gt;= 40 KN/M</b>	Metro lineare	47'300 24.43	15.09.1997
	<b>b DOPPIA ONDA A2 (N2) INDICE SEVERITA' &gt;= 80 KN/M</b>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

		Metro lineare	47'300	
			24.43	
	c	DOPPIA ONDA A3 (H1) INDICE DI SEVERITA' >= 130 KN/M		
		Metro lineare	75'000	20.01.2000
			38.73	
	d	TRIPLA ONDA B1 (H2) INDICE DI SEVERITA' >= 250 KN/M		
		Metro lineare	136'000	20.01.2000
			70.24	
	e	TRIPLA ONDA B2 (H3) INDICE DI SEVERITA' >= 450 KN/M		
		Metro lineare	165'000	20.01.2000
			85.22	
	f	TRIPLA ONDA B3 (A4) INDICE DI SEVERITA' >= 600 KN/M		
		Metro lineare	218'000	20.01.2000
			112.59	
308		<b>F.P.O. BARRIERE SICUREZZA SPARTITRAFFICO SU RILEVATO</b> in acciaio bifacciale con zincatura di 305 g/mq per lato, rette o curve, con caratteristiche di cui al Capitolato Speciale d'Appalto. Compreso qualsiasi altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte e conforme alla normativa vigente. Compreso, altresì, i dispositivi rifrangenti da applicarsi, di norma, a distanza di ogni tre elementi per parte o a seconda delle indicazioni della D.L.		
	a	DOPPIA ONDA A3 (H1) INDICE DI SEVERITA' >= 130 KN/M		
		Metro lineare	105'000	20.01.2000
			54.23	
	b	TRIPLA ONDA B2 (H3) INDICE DI SEVERITA' >= 450 KN/M		
		Metro lineare	235'000	20.01.2000
			121.37	
	c	TRIPLA ONDA B3 (H4) INDICE DI SEVERITA' >= 600 KN/M		
		Metro lineare	265'000	20.01.2000
			136.86	
309		<b>F.P.O. BARRIERE DI SICUREZZA LATERALE BORDO PONTE</b> in acciaio monofacciale con zincatura di 305 g/mq per lato, rette o curve, da porsi su opera d'arte, con caratteristiche di cui al Capitolato Speciale, compresa la fornitura in opera di eventuali piastre di ancoraggio ai manufatti e relativi tirafondi, nonché qualsiasi altro onere per dare l'opera finita a regola d'arte e conforme alla normativa vigente. Compreso, altresì, i dispositivi rifrangenti da applicarsi di norma, a distanza di ogni tre elementi o a seconda delle indicazioni della D.L.		
	a	TRIPLA ONDA B1 (H2) INDICE DI SEVERITA' >= 250 KN/M		
		Metro lineare	187'000	20.01.2000
			96.58	
	b	TRIPLA ONDA B2 (H3) INDICE DI SEVERITA' >= 450 KN/M		
		Metro lineare	235'000	20.01.2000
			121.37	
	c	TRIPLA ONDA B3 (H4) INDICE DI SEVERITA' >= 600 KN/M		

(\*) Gli articoli 307-308-309 sono desunti dall'Elenco Prezzi O.M. 2001 Compartimento del Veneto

E.4.04/1	<b>BARRIERA NEW-JERSEY CENTRALE SPARTITRAFFICO</b> Barriera di sicurezza centrale spartitraffico tipo New-Jersey ecc. come da voce d'elenco (pag 80 dell'E.P./1990) avente le caratteristiche seguenti: Cls Rbk 35 N/mm <sup>2</sup> ; rettangolo inferiore di larghezza cm 60 ed altezza cm 25; parte intermedia trapezia con base inferiore cm 60, superiore cm 30 ed altezza cm 30; parte superiore di basi cm 30 e 20			
----------	--	--	--	--

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	ed altezza cm 60.			
	<b>a PER ESTRUSIONE</b>	Metro lineare	144'300 74.52	17.07.2001
	<b>b IN ELEMENTI PREFABBRICATI IN OPERA</b> Su spartitraffico superiore a 2.4 m., rinforzata con barra Diwidag o con piastra superiore di collegamento.	Metro lineare	125'800 64.97	17.07.2001
<b>E.4.04/2</b>	<b>BARRIERA NEW-JERSEY LATERALE</b> Barriera di sicurezza laterale come da voce d'elenco (vedi pg 80 dell'E.P.190); le caratteristiche sono le seguenti: rettangolo inferiore cm 53 * 30; trapezio intermedio larghezze cm 53 inf. e 28 superiore, altezza cm 30; trapezio superiore basi cm 28, 20 ed altezza cm 80, in opera.			
	<b>a ESTRUSA</b>	Metro lineare	103'900 53.66	17.07.2001
	<b>b PREFABBRICATA</b>	Metro lineare	122'900 63.47	17.07.2001
<b>E.4.11</b>	<b>BARRIERA FONOSOLANTE E FONOASSORBENTE</b> Fornitura e posa in opera di pannello in acciaio zincato con ulteriore protezione mediante vernice a polvere termoindurente di dimensioni mm. 3000x500x115 completo di testate in PVC, guarnizione antivibrante e cuscino interno di lana minerale dello spessore di mm. 50, montanti in acciaio zincato e verniciato di sezione "doppio T", H = mm. 2000 completo di cappello in PVC e angolari a L di base e ancoraggio, completo di: bulloni M16x205 mm., viti M16x205mm., dadi, rondelle, per fissaggio pannelli e: tirafondi M20x300mm. con dado e rondella, tirafondi M20x300mm., dadi, rondelle, per fissaggio montanti. Si analizza un tratto di barriera di ml. 3.00 tra montante e montante. - Per ogni metro quadrato di barriera:	Metro quadro	260'500 134.54	17.07.2001
<b>E.4.12</b>	<b>CORDOLO DI ANCORAGGIO DEI SOSTEGNI DI BARRIERA ANTIRUMORE</b> Formazione di cordolo di ancoraggio dei sostegni di barriera della sezione di cm. 100x70 in calcestruzzo di cemento di classe R'ck 250 e armato fino a kg. 10 di ferro per metro di cordolo, compreso lo scavo di qualsiasi terreno, eventuali casseforme, il carico e trasporto a scarica dei materiali di risulta. - Per ogni metro lineare di cordolo:	Metro lineare	63'250 32.67	17.07.2001
<b>E.4.15</b>	<b>PARAMASSI A TREFOLI D'ACCIAIO A MONTANTI FISSI</b> Reti paramassi di altezza da cm 100 a 200, da montare su cordoli o su sommita' di muri, costituite dai seguenti elementi. - stanti a doppio T NP, o ad U trafilate spess. mm 7, Fe 37-42 k delle dimensioni di mm 150 * 200, posti ad interasse di m 2,50, inseriti nel cordolo o nella muratura, da compensare a parte, con fori di mm 250*300 per una profondita' di non meno di cm 50, riempiti di sabbia granita e compattata e con sommita' stilata a malta di cemento; - rete metallica a trefoli d'acciaio ad alta resistenza di spessore mm 6 e di maglie di mm 100*150, avente struttura continua sugli stanti adiacenti, ovvero giuntata con sovrapposizione su una intera campata; la rete sara' posta ad alcuni cm da terra o dal bordo del muro in modo da consentire lo spurgo del materiale che dovesse accumularsi al piede della rete. - trefoli di irrobustimento in acciaio Rak 1800 N/mm <sup>2</sup> dello			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

E.4.16	<p>spessore di 15 mm, stesi all'interno della rete ad interasse di cm 50 ed ancorati gli stanti con cappi fissati a morsetto; gli stessi trefoli saranno posti a maggiore resistenza degli stanti, giuntati a cappio alla loro sommità mediante gola di scorrimento ed ancorati a terra alle spalle della rete con ringrosso in ottone o rame saldato al trefolo; l'ancoraggio avverrà a mezzo di foro da 70-90 mm, tipo micropalo, di profondità non inferiore a cm 100, inghisato con malta di cemento da iniezioni.</p> <p>Tutte le giunzioni saranno effettuate con morsetti allentabili in modo da consentire la sostituzione dei singoli pezzi e di parti delle strutture in caso di danneggiamento.</p> <p>Il prezzo compensa tutte le forniture e le lavorazioni necessarie svolgentesi a meno di 25 m da vie praticabili pubbliche o di cantiere; nel caso in cui la collocazione fosse diversa, verrà pagata a parte la creazione della via di accesso; sono inoltre compensati tutti gli oneri ed i magisteri per dare il lavoro compiuto a regola d'arte.</p> <p><b>PARAMASSI A TREFOLI D'ACCIAIO A MONTANTI INCERNIERATI</b></p> <p>Paramassi in rete di funi e/o trefoli d'acciaio zincato con nodi mobili ad elevato assorbimento di energia e tiranti a frizione costituiti da manicotti speciali capaci di resistere al carico di rottura della fune su cui sono applicati pari a kg/mm<sup>2</sup> 160.</p> <p>I paramassi potranno essere collocati in posizioni lontane da vie praticabili esistenti, ma raggiungibili attraverso l'uso di piste di cantiere comprese nel prezzo. Qualora tal soluzione non si rendesse possibile verrà applicato un sovrapprezzo per uso di elicottero.</p> <p>La rete sarà costituita da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stanti in acciaio tipo 38 o 44 k delle dimensioni d mm 200 * 300 NP ovvero ad U con spessore di lamiera non inferiore a 7 mm, incernierati alla base con dispositivi che ne consentano la mobilità a cerniera sferica a loro volta ancorati al suolo attraverso micropali armati con tubo di ferro saldato o con barre d'acciaio tipo Fe 44 k di profondità non inferiore a ml 1,50; posti ad interasse non inferiore a 3,00 m e non superiore a m 4,50 in funzione della conformazione del terreno l'altezza potrà variare da m 2 a m 4;</li> <li>- rete in trefoli d'acciaio ad alta resistenza con trefoli di diametro di mm 6 ed a maglie di mm 100*150, ancorate agli stanti e stese per più campate continue; nel caso in cui si dovesse giuntare la fascia si provvederà con ricoprimento di una campata; la rete sarà assistita da cavi in trefoli d'acciaio diametro 9 mm, ancorati agli stanti e posti ad interasse di cm 50 ovvero da cerchi di tondino d'acciaio diam. 6 mm collegati tra loro ad anello; la rete sarà tesa da un lato alla sommità degli stanti e dall'altro riportata a monte per almeno m 1 in modo da raccogliere gli eventuali massi caduti;</li> <li>- ancoraggio in trefoli d'acciaio dello stesso tipo precedentemente stabilito; essi saranno da un lato avvolti agli stanti in più punti, ad intervalli d'altezza non superiori al metro, attraverso gole di scorrimento e dall'altro ancorati al suolo attraverso l'inghisaggio di estremità di cavo, ringrossato con anelli in ottone o rame, a fori tipo micropali della profondità non inferiore al metro; i cavi saranno avvolti in più spire a cappio e dotati di apparecchiatura di assorbimento di energia ad attrito in modo da consentire alla rete di potersi appoggiare fino a che lo stante sia pressoché orizzontale.</li> </ul> <p>Tutte le giunzioni saranno eseguite a mezzo di morsetti allentabili per le sostituzioni necessarie.</p> <p>Sono compensati nel prezzo tutti i magisteri, forniture ed oneri per dare il lavoro compiuto a regola d'arte ed efficiente.</p>	Metro quadro	108'700  56.14	17.07.2001
a	<b>FORNITURA E POSA DEL PARAMASSI</b>	Metro quadro	456'200  235.61	17.07.2001
b	<b>SOVRAPREZZO PER USO DI ELICOTTERO</b>	Percentual e	20  0.0103	17.07.2001



Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi - Lavori Straordinari - Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

E.4.17	<p><b>RIVESTIMENTO DI PARETI CON PANNELLI DI RETE METALLICA E FUNI</b>  Rivestimento di pareti rocciose verticali o subverticali attraverso pannelli di dimensione orientativa di mq 6 in rete metallica a doppia torsione a zincatura pesante rafforzati da tondini d'acciaio o da cavi in trefoli, i pannelli saranno ancorati a terra a mezzo di bulloni diametro 20 mm, di lunghezza non inferiore a ml 1 inghisati con malta da iniezioni in fori del diametro di mm 40 in quantità non inferiore a 1 ogni 6 mq; qualora fosse necessario aumentare la lunghezza dei bulloni, il maggiore onere sarà compensato a parte.  Sono compresi nel prezzo tutti gli oneri, forniture e magisteri necessari per dare il lavoro compiuto a regola d'arte.</p>			
	<p>a <b>PANNELLI DI RETE ANCORATI CON BULLONI DI LUNGHEZZA ML 1,00</b></p>	<p>Metro quadro</p>	<p>58'450 30.19</p>	<p>17.07.2001</p>
	<p>b <b>SOVRAPPREZZO PER BULLONI &gt; 1 ML PER OGNI ML IN PIU'</b>  Il sovrapprezzo verrà applicato per bulloni di lunghezza superiore a ml 1,00 e per ogni ml o frazione fino al massimo di ml 3,00.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>23'350 12.06</p>	<p>17.07.2001</p>
	<p>F - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE ED OPERE IN VERDE  =====</p>			
F.01	<p><b>RIVESTIMENTO DI SCARPATA CON SPECIE ERBACEE O STRISCIANTE</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>1'430 0.74</p>	<p>17.07.2001</p>
F.02	<p><b>RIVESTIMENTO DI SCARPATA CON SPECIE ARBUSTIVE</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>15'750 8.13</p>	<p>17.07.2001</p>
F.03	<p><b>MAGGIORAZIONE PER OGNI PIANTINA O TALEA IN PIU' PER MQ</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Cadauno</p>	<p>4'810 2.48</p>	<p>17.07.2001</p>
F.05	<p><b>SEMINA ESEGUITA CON ATTREZZATURE A PRESSIONE SENZA COLLANTI</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>1'760 0.91</p>	<p>17.07.2001</p>
F.06	<p><b>SEMINA ESEGUITA CON ATTREZZATURE A PRESSIONE CON COLLANTE</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>1'910 0.99</p>	<p>17.07.2001</p>
F.07	<p><b>RIVESTIMENTO DI PENDICE SEMINATA CON STRATO DI PAGLIA A SPRUZZO</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>1'990 1.03</p>	<p>17.07.2001</p>
F.08	<p><b>RIVESTIMENTO DI SCARPATE MEDIANTE PIANTUMAZIONE DI GINESTRA</b>  Come da voce d'elenco.</p>	<p>Metro quadro</p>	<p>43'200 22.31</p>	<p>17.07.2001</p>
F.10	<p><b>PIANTUMAZIONE CON ESSENZE GIOVANI DI TIPO</b></p>			

Il presente documento è tratto dall'Elenco Prezzi – Lavori Straordinari – Aggiornamento 2001 di ANAS SpA

	<p><b>FORESTALE</b>                  Piantazione di piantine di essenze di tipo forestale (quali platani, tigli, aceri, ippocastani, ailanti ecc.) di eta' compresa tra 3 e 5 anni dalla semina o dalla piantagione della talea, in buche di dimensione non inferiore a 50 cm di diametro e di sufficiente profondità, compreso palo tutore e garanzia di attecchimento per 24 mesi dall'impianto, compreso l'onere dell'annaffiamento durante il periodo, la registrazione dei legacci o la liberazione dal palo tutore se opportuna, il reimpianto anche ripetuto se la piantina non dovesse attecchire durante il periodo di garanzia, nonche' ogni altro onere o prestazione.</p> <p>RIPORTO DI ANALISI CON PREZZI IN RIGHE DI COMMENTO                  =====                  =====</p>	<p>Cadauno</p>	<p>73'400                  37.91</p>	<p>17.07.2001</p>
--	---	----------------	--	-------------------

# Capitolato Speciale di Affidamento – Norme Tecniche

## INDICE

**AVVERTENZA:** Le norme valgono con riferimento a lavori a corpo

### OPERE CIVILI

#### CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

- Art.n. 1 - Qualità e provenienza dei materiali
- Art.n. 2 - Prove dei materiali
- Art.n. 3 - Movimenti di terra
- Art.n. 4 - Demolizioni
- Art.n. 5 - Murature
- Art.n. 6 - Acciaio
- Art.n. 7 - Verniciature
- Art.n. 8 - Calcestruzzi
- Art.n. 9 - Diaframmi e palancoleti
- Art.n. 10 - Pali
- Art.n. 11 - Pozzi
- Art.n. 12 - Cassoni
- Art.n. 13 - Gallerie
- Art.n. 14 - Ponti, viadotti e sottovia
- Art.n. 15 - Pavimentazioni
- Art.n. 16 - Barriere e parapetti
- Art.n. 17 - Manufatti in lamiera d'acciaio ondulata
- Art.n. 18 - Opere di consolidamento
- Art.n. 19 - Opere di difesa
- Art.n. 20 - Opere in verde
- Art.n. 21 - Muri in terra rinforzata e rinverdita
- Art.n. 22 - Barriere antifoniche
- Art.n. 23 - Segnaletica orizzontale, verticale e complementare
- Art.n. 24 - Opere ambientali

## INDICE

### CAPO PRIMO

<b>Qualita' e provenienza dei materiali</b>	pag.	1
Art- 1 - Qualita' e provenienza dei materiali	pag.	2
Art- 2 - Prove dei materiali	pag.	10
Art- 3 - Movimenti di materie	pag.	13
Art- 4 - Demolizioni	pag.	43
Art- 5 - Murature	pag.	47
Art- 6 - Acciaio	pag.	53
Art- 7 - Verniciature	pag.	58
Art- 8 - Calcestruzzi	pag.	67
Art- 9 - Diaframmi e palancolati	pag.	94
Art- 10 - Pali	pag.	106
Art- 11 - Pozzi	pag.	139
Art- 12 - Cassoni	pag.	143
Art- 13 - Gallerie	pag.	147
Art- 14 - Ponti, Viadotti e Sottovia	pag.	199
Art- 15 - Pavimentazioni	pag.	222
Art- 16 - Barriere e Parapetti	pag.	261
Art- 17 - Manufatti in lamiera di acciaio ondulata	pag.	268
Art- 18 - Opere di consolidamento	pag.	274
Art- 19 - Opere di difesa	pag.	296
Art- 20 - Opere in verde	pag.	314
Art- 21 - Muri in Terra rinforzata e rinverdita	pag.	324
Art- 22 - Barriere antifoniche	pag.	329
Art- 23 - Segnaletica orizzontale, verticale e complementare	pag.	360
Art- 24 - Opere ambientali	pag.	395

### CAPO SECONDO

<b>Norme per la misurazione e valutazione dei lavori</b>	pag.	413
Art- 25 - Misurazione dei lavori	pag.	414
Art- 26 - Scavi-Demolizioni-Rilevati	pag.	414
Art- 27 - Pali di fondazione	pag.	416
Art- 28 - Fondazioni e contrafforti a pozzi	pag.	417
Art- 29 - Murature in genere e conglomerati cementizi	pag.	417
Art- 30 - Lavori in sotterraneo	pag.	419
Art- 31 - Sovrastruttura stradale	pag.	421
Art- 32 - Drenaggi	pag.	421
Art- 33 - Vespai a tergo delle murature, cordonate, rivestimento vegetale, ect.	pag.	421
Art- 34 - Vespai a tergo delle murature	pag.	422
Art- 35 - Cordonata in conglomerato cementizio	pag.	422
Art- 36 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio	pag.	422
Art- 37 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole	pag.	423
Art- 38 - Lavori di rivestimento vegetale - opere in verde	pag.	423
Art- 39 - Telo "geotessile" per strato anticontaminante	pag.	423
Art- 40 - Recinzione stradale con rete metallica e tralicci zincati	pag.	424
Art- 41 - Recinzione stradale con rete metallica e tralicci zincati e plastificati	pag.	426
Art- 42 - Barriere di sicurezza in acciaio	pag.	428
Art- 43 - Barriere di sicurezza tipo New jersey	pag.	428
Art- 44 - Barriere antifoniche	pag.	428

## CAPO II - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

- Art.n. 25 - Misurazione dei lavori
- Art.n. 26 - Scavi – demolizioni – rilevati
- Art.n. 27 - Pali per fondazioni
- Art.n. 28 - Fondazione e contrafforti a pozzo
- Art.n. 29 - Murature in genere e conglomerati cementiti
- Art.n. 30 - Lavori in sotterraneo
- Art.n. 31 - Sovrastruttura stradale
- Art.n. 32 - Drenaggi
- Art.n. 33 - Vespai a tergo delle murature, cordonate, rivestimento vegetale, ecc.
- Art.n. 34 - Vespai a tergo delle murature
- Art.n. 35 - Cordonate in conglomerato cementizio
- Art.n. 36 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio: canalette di scarico, mantellate di rivestimento, scarpate, cunette e fossi di guardia
- Art.n. 37 - Sistemazione con terreno coltivo delle aiuole
- Art.n. 38 - Lavori di rivestimento vegetale – opere in verde
- Art.n. 39 - Telo "geotessile" per strato anticontaminante, rinforzo e drenaggi
- Art.n. 40 - Recinzione stradale con rete metallica zincata e pali di sostegno a traliccio zincati
- Art.n. 41 - Recinzione stradale con rete metallica zincata e plasticata e pali di sostegno a traliccio zincati e plasticati
- Art.n. 42 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici
- Art.n. 43 - Barriere di sicurezza in conglomerato cementizio tipo "New Jersey"
- Art.n. 44 - Barriere antifoniche

## ILLUMINAZIONE

- Art. 3 - Opere elettriche
- Art. 4 - Opere civili
- Art. 5 - Quadri elettrici di comando e protezione

## GALLERIE

## CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

- Art. 1 - Cavi elettrici per circuiti di energia
- Art. 2 - Cavi per reti telefoniche
- Art. 3 - Cavidotti e passerelle portatavi
- Art. 4 - Materiali per derivazioni
- Art. 5 - Apparecchi illuminanti per galleria ed accessori elettrici
- Art. 6 - Sistemi di misurazione della luminanza interna ed esterna alla galleria con regolazione dei livelli di illuminamento agli imbocchi
- Art. 7 - Apparecchiature per impianti di segnalazione e soccorso
- Art. 8 - Quadri di media tensione
- Art. 9 - Box di contenimento trasformatori di potenza
- Art. 10 - Trasformatori elettrici di potenza
- Art. 11 - Collegamenti di bassa tensione
- Art. 12 - Collegamenti di media tensione

- Art. 13 - Quadri di bassa tensione
- Art. 14 - Gruppi elettrogeni
- Art. 15 - Gruppi statici di continuità assoluta
- Art. 16 - Condensatori di rifasamento
- Art. 17 - Materiali per impianti di terra delle cabine elettriche
- Art. 18 - Accessori per cabine elettriche
- Art. 19 - Quadri servizi ausiliari di cabina
- Art. 20 - Quadri servizi vari
- Art. 21 - Qualificazione della componentistica adottata
- Art. 22 - Apparecchiature per impianto di trasmissione dati
- Art. 23 - Apparecchiature di segnalazione vento forte, pannelli a messaggio variabile e semafori

### **IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

- 1 - Prescrizioni tecniche generali relative ai materiali, alle norme unificate ed alle modalità di esecuzione
- 2 - Trattamenti superficiali
- 3 - Insonorizzazione
- 4 - Pompe centrifughe
- 5 - Pompe centrifughe sommergibili
- 6 - Motori elettrici
- 7 - Apparecchiature elettriche in genere
- 8 - Tubi, pezzi speciali e apparecchiature in acciaio (per impianti di sollevamento)

# OPERE CIVILI

**Capo Primo**

**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI  
MODO DI ESECUZIONE  
DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO A MISURA  
ORDINE  
DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**



ART. 1

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

## INDICE

- 1      Acqua
2.     Leganti idraulici
- 3      Calci aeree - Pozzolane
- 4      Ghiaie – Ghiaietti – Pietrischi – Pietrischetti
- 5      Pietrischi – Pietrischetti – Graniglie – Sabbie – Additivi da impiegare per pavimentazioni
- 6      Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni
- 7      Cubetti di pietra
- 8      Cordoni – Bocchette di scarico – Risvolti – Guide di risvolto – Scivoli per accessi – Guide e masselli per pavimentazione
- 9      Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni
- 10     Ciottoli da impiegare per i selciati
- 11     Pietra naturale
- 12     Pietre da taglio
- 13     Tufi
- 14     Materiali laterizi
- 15     Manufatti di cemento
- 16     Materiali ferrosi
- 17     Legnami
- 18     Bitumi – Emulsioni bituminose
- 19     Bitumi liquidi o flussati
- 20     Polveri di roccia asfaltica
- 21     Olii asfaltici
- 22     Materiali per opere in verde
- 23     Teli di “geotessile”

## QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

### 1) **Acqua.**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

### 2) **Leganti idraulici.**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

- D.I. 9.3.1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche" (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

### 3) **Calci aeree - Pozzolane.**

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calci aeree", R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

**4) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

**5) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4-Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

**6) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

**7) Cubetti di pietra.**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R. - Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945".

**8) Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945".

**9) Scapoli di pietra da impiegare per fondazioni.**

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

**10) Ciottoli da impiegare per i selciati.**

Dovranno essere sani, duri e durevoli, di forma ovoidale e le dimensioni limite verranno fissate dalla D.L. secondo l'impiego cui sono destinati.

**11) Pietra naturale.**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

## 12) Pietre da taglio.

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli. Esse dovranno corrispondere ai requisiti d'accettazione stabiliti nel Regio Decreto n. 2232 del 16 novembre 1939, "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione". Le forme, le dimensioni, il tipo di lavorazione dei pezzi, verranno di volta in volta indicati dalla Direzione dei Lavori.

## 13) Tufi.

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

## 14) Materiali laterizi.

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

## 15) Manufatti di cemento.

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

## 16) Materiali ferrosi.

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

1) - acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

2) - lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.:

dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;

3) - acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

## 17) Legnami.

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e congruati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente quadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

#### 18) Bitumi - Emulsioni bituminose.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980.

#### 19) Bitumi liquidi o flossati.

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

#### 20) Polveri di roccia asfaltica

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

#### 21) Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1) olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi. viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 +45°C;

2) olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane. viscosità Engler a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 + 70°C;

3) olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi. viscosità Engler a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 +50°C;

4) olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane. viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55+70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

#### 22) Materiali per opere in verde.

1) *Terra*: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla

profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) *Concimi*: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

3) *Materiale vivaistico*: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4) *Semi*: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) *Zolle*: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benessere all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*, *Catex sp.pl.* e tutte le *Umbrellifere*.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) *Paletti di castagno per ancoraggio vimate*: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) *Verghe di salice*: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

8) *Talee di salice*: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2. Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) *Rete metallica*: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

### 23) Teli di "geotessile".

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

1) con fibre a filo continuo;

2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";

3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10-3 e 10-1 cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5cm (1), con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

(1) Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.



ART. 2

PROVE DEI MATERIALI

## INDICE

- 1      Certificato di qualità
- 2      Accertamenti preventivi
- 3      Prove di controllo in fase esecutiva

## PROVE DEI MATERIALI

### 1) Certificato di qualità.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### 2) Accertamenti preventivi.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,  
500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,  
50 t per i cementi e le calci,  
5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

### 3) Prove di controllo in fase esecutiva.

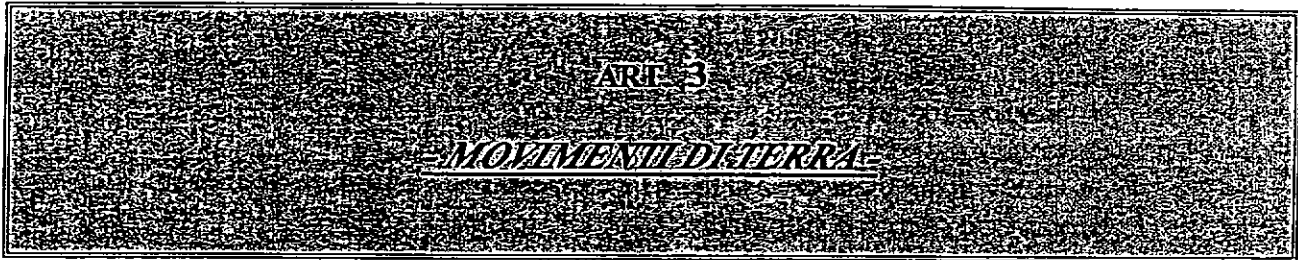
L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano o presso altro laboratorio ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.



## INDICE

- 1.0. DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI
- 2.0. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI
- 2.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO
- 2.2. SCAVI
  - 2.2.1 Scavi di sbancamento
  - 2.2.2 Scavi di fondazione
- 2.3. RINTERRI E/O BONIFICHE
  - 2.3.1 Bonifica
  - 2.3.2 Rinterri
  - 2.3.3 Sistemazione superficiale
- 2.4. RILEVATI
  - 2.4.1 Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali
  - 2.4.2 Rilevati stradali
  - 2.4.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>
  - 2.4.4 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>
  - 2.4.5 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>
  - 2.4.6 Rilevati rinforzati
  - 2.4.7 Costruzione del rilevato
    - 2.4.7.1 Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo)
    - 2.4.7.2 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)
    - 2.4.7.3 Strato granulare anticapillare
    - 2.4.7.4 Telo Geotessile "tessuto non tessuto".
    - 2.4.7.5 Stesa dei materiali
    - 2.4.7.6 Condizioni climatiche
  - 2.4.8. Dreni
    - 2.4.8.1. Dreni verticali prefabbricati
    - 2.4.8.2. Dreni in sabbia
    - 2.4.8.3. Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive -
    - 2.4.8.4. Dreni in sabbia - modalità esecutive -
  - 2.4.9. Rilevati speciali "sperimentali"
    - 2.4.9.1 Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio
    - 2.4.9.2 Rilevati con materiali riciclati da:
      - rifiuti speciali da demolizione edile
      - rifiuti speciali industriali - scorie.
- 2.5. SPECIFICA DI CONTROLLO - RILEVATI
  - 2.5.0 Disposizioni generali
    - 2.5.0.1 Prove di laboratorio
    - 2.5.0.2 Prove di controllo in fase esecutiva
    - 2.5.0.3 Prove di controllo sul piano di posa
  - 2.5.1 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento
    - 2.5.1.1 Prove di laboratorio
    - 2.5.1.2 Prove in sito
    - 2.5.1.3 Prove di controllo sul piano di posa
  - 2.5.2 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali
    - 2.5.2.1 Prove di laboratorio
    - 2.5.2.2 Prove in sito

- 2.5.3 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali (Loppe d'altoforno)
- 2.5.3.1 Prove di laboratorio
- 2.5.3.2 Prove in sito
- 2.5.4 Telo Geotessile "*tessuto non tessuto*".
- 2.5.5 Controllo scavi
- 2.5.6 Controllo dreni prefabbricati
- 2.5.7 Controllo dreni in sabbia

## **1. DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI**

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

## **2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

### **2.1. DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO**

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
- d) La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

### **2.2. SCAVI**

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

b) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa).

c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.

d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

e) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.

f) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

h) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo:

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L. (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando che all'Impresa verrà riconosciuto un sovrapprezzo per il trasporto del materiale a discarica per distanze superiori ai 5 km, misurati per il percorso stradale più breve dal punto più vicino del cantiere come da voce di Elenco Prezzi.

L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Impresa di accantonare i materiali provenienti dalla escavazione delle gallerie o dagli scavi di sbancamento, su apposite aree per il loro riutilizzo, anche su altri lotti contigui, senza che l'Impresa possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Impresa la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.

Naturalmente qualora il sito, da adibire a deposito temporaneo, sia concordemente individuato con la D.L. a distanza superiore ai 5 km, le maggiori distanze verranno compensate con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

### **2.2.1 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

### **2.2.2 Scavi di fondazione**

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.



Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento..

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 ( S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni; leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

### 2.3. RINTERRI E/O BONIFICHE

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

#### 2.3.1. **Bonifica**

a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A<sub>3</sub>, deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

- A<sub>1</sub>, A<sub>2.4</sub>, A<sub>2.5</sub>, A<sub>3</sub>, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A<sub>2.4</sub> e A<sub>2.5</sub>, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>)

b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

#### 2.3.2. **Rinterri**

a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;

b) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

### 2.3.3. Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coeff. di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

## 2.4. RILEVATI

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

### 2.4.1 Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella I allegata.

### 2.4.2 Rilevati stradali

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo).

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

### 2.4.3 . Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0,25 da N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

#### **2.4.4. Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>**

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

#### **2.4.5 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>**

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento, punto 2.4.8.1 e seguenti), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

#### **Generalità**

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelievo di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali dal Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n.215 e successive modifiche.

#### **2.4.6. Rilevati rinforzati**

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-6</sub>.

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

#### **2.4.7. COSTRUZIONE DEL RILEVATO**

##### **2.4.7.1. Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).**

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

#### 2.4.7.2. - Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;

la stesa di uno strato di geotessile "non tessuto" come da punto 2.4.7.4.

#### 2.4.7.3 - Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

#### 2.4.7.4 - Telo Geotessile "tessuto non tessuto"

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero.

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5 cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

#### 2.4.7.5. Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> o con rocce frantumate;

- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;

- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1,5\%$  circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospenso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>.

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### **2.4.7.6 - Condizioni climatiche**

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

#### **2.4.8 Dreni**

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati
- dreni in sabbia

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.

Hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della DL.

Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

##### **2.4.8.1. Dreni verticali prefabbricati**

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre

in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.

L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

#### **2.4.8.2. Dreni in sabbia**

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale che viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefabbricati.

Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

#### **2.4.8.3. Dreni verticali prefabbricati - modalità esecutive -**

##### **a) Caratteristiche dei nastri prefabbricati**

Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla DL ed approvate dalla medesima.

Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici.

In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a 100 m<sup>3</sup>/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 kN/m<sup>2</sup>) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2 m/anno.

##### **b) Attrezzatura di infissione**

Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla DL.

Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercussione.

Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza.

Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.

##### **c) Lavori preparatori dell'infissione**

Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50-80 cm, con fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio-grossa, con massima percentuale di passante al vaglio UNI da 0.075 mm del 3%.

I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.

##### **d) Installazione**

L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

#### **2.4.8.4. Dreni in sabbia - modalità esecutive -**

##### **a) Caratteristiche della sabbia drenante**



Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto.

Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

APERTURA VAGLIO UNI (mm)	PASSANTE %	
	MIN.	MAX.
0.075	0	3
0.40	0	10
2.00	15	45
5.00	35	75
10.00	70	100

b) **Attrezzatura**

Sarà cura dell'Impresa comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che lo stesso intende utilizzare.

Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse.

In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia.

c) **Lavori preparatori**

Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di materiale granulare pulito, dello spessore di 50-80 cm.

I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.

d) **Perforazione e riempimento dei fori**

La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla DL, tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura. Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante controspinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazioni diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente biodegradabili in 20+40 ore.

Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentati dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento.

A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato e condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

#### **2.4.9. Rilevati Speciali Sperimentali**

Con il termine "rilevati speciali" sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- a) rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- b) rilevati con materiali riciclati.

##### **2.4.9.1. Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio**

###### *Terra stabilizzata a calce*

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la

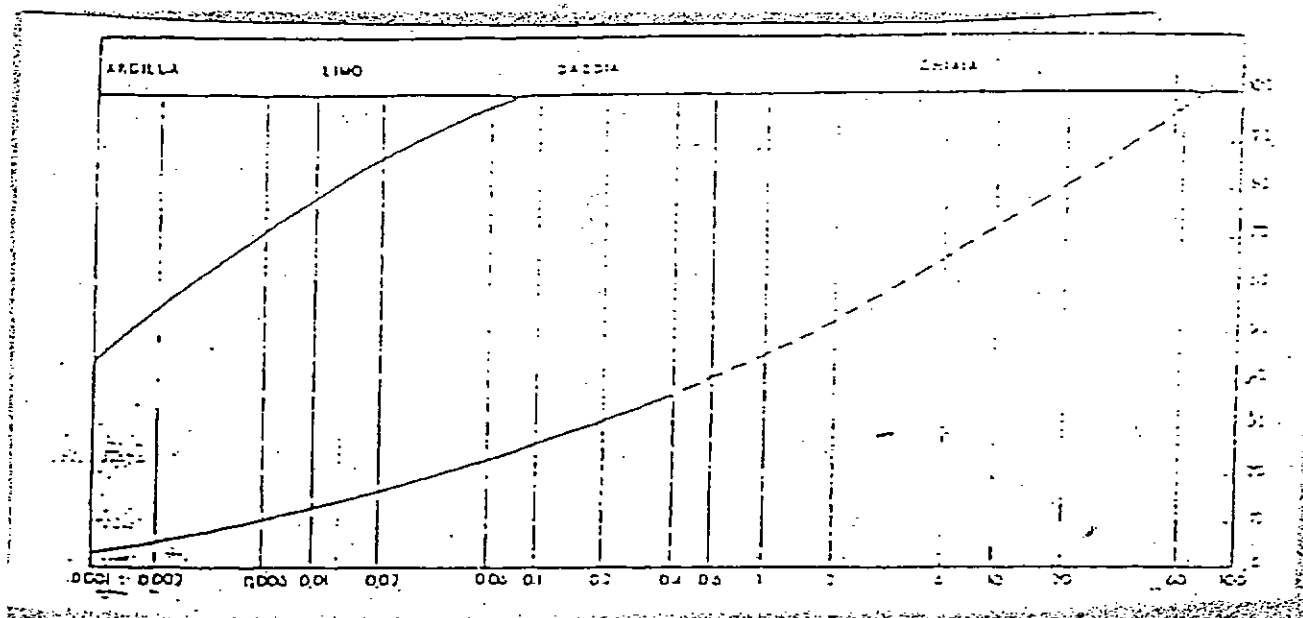
formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo  $A_{2.6}$  e  $A_{2.7}$ ) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calci di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

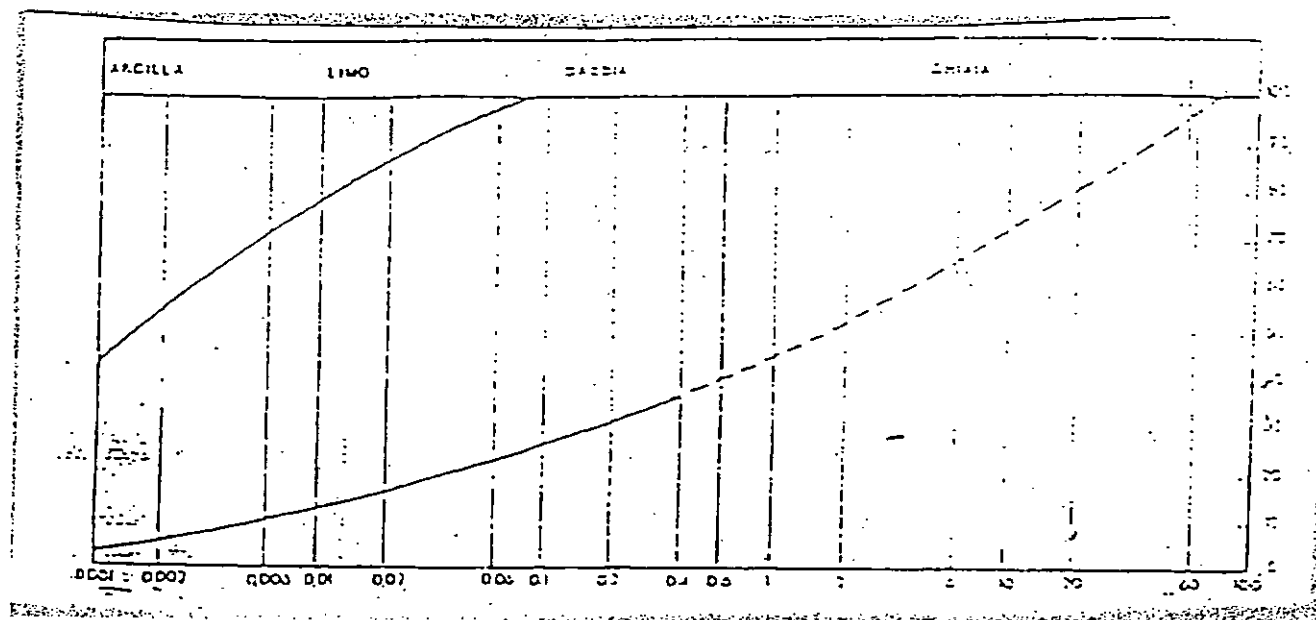
#### *Terra stabilizzata a cemento*

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati

che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15. Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0,075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

*Piano di appoggio del rilevato*

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>, (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

#### *Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)*

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>.

#### *Rilevati*

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a :

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri :

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

#### *Resistenza al gelo*

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

#### *Modalità di lavorazione*

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno.

Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;

- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.

L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).

Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

#### **2.4.9.2. Rilevati con materiali riciclati da:**

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

#### **Rifiuti speciali da demolizione edile**

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei. Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 % ; Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;

b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo  $G \leq 30$ ;

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>, sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

### Rifiuti speciali industriali - scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente  $\alpha$ ) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività  $\alpha$  risulta così definita:

coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi  $< 80 \mu\text{m}$ , ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: Mesure du coefficient  $\alpha$  d'activité du lier granulé de heurt foréan - Dunoid - Paris 1970).

- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere  $< 15\%$ ;

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25  $\text{N}/\text{mm}^2$  sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15  $\text{N}/\text{mm}^2$  sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

## 2.5. SPECIFICA DI CONTROLLO

### 2.5.0. Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale,

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 10006/63, e riportati nell'allegata Tabella 1.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre (1) Grado di costipamento 5 Massa volumica in sito 7 CBR 11 Prova di carico su piastra 6	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento 5 Massa volumica in sito 7 CBR 11 Prova di carico su piastra 6	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento 5 Massa volumica in sito 7 Prova di carico su piastra 6 CBR 11 Impiego della calce 8	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.36 A VII

### 2.5.0.1 Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica; 2
  - determinazione del contenuto naturale d'acqua; 4
  - determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332; 3
  - prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978); 5
- la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

### 2.5.0.2 Prove di controllo in fase esecutiva

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

### 2.5.0.3 Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.



Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al punto 2.4.7.3.

### **2.5.1 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

#### **2.5.1.1. Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale); 2
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno); 4
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno); 3

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m<sup>3</sup>) 12
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m<sup>3</sup>) 11

#### **2.5.1.2 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m<sup>3</sup>) 7
- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m<sup>3</sup>); 6

#### **2.5.1.3 Prove di controllo sul piano di posa**

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m<sup>2</sup>.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

### **2.5.2 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

#### **2.5.2.1 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69); 5
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009); 11

- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); 11?

- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso; Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale da porre in opera.

#### **2.5.2.2. Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

### **2.5.3 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

#### **2.5.3.1. Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l' idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica ;
- determinazione dell'attività; <sup>?</sup>
- 0
- 

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

### 2.5.3.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare ;

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

### 2.5.4 - Telo Geotessile "tessuto non tessuto".

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene .

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo" , prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

CARATTERISTICHE TECNICHE	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 - 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144/92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m <sup>2</sup>	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	≥ 300 g/m <sup>2</sup>
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	> 19 kN
allungamento (UNI 8639)	> 60%
lacerazione (UNI 8279/9)	> 0,5 kN/m
punzonamento (UNI 8279/14)	> 3,1 kN
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	> 0,8 cm/s
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	< 100 μm

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

### 2.5.5 Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

##### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

#### b) Prove in sito

##### Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

##### Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

### 2.5.6 Controllo dreni prefabbricati

#### a) Controllo dei materiali

Il produttore allegherà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

#### b) Attrezzature d'infissione

L'impresa dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, all DL una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.

Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotoperussione, la DL dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature.

Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno.

Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

## 2.5.7 Controllo dreni in sabbia

### a) Qualifica dei materiali

L'Impresa per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m<sup>3</sup> di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali. In assenza di tali specifiche, si adoterà il fuso riportato nel punto 2.7.8.4. del presente capitolato.

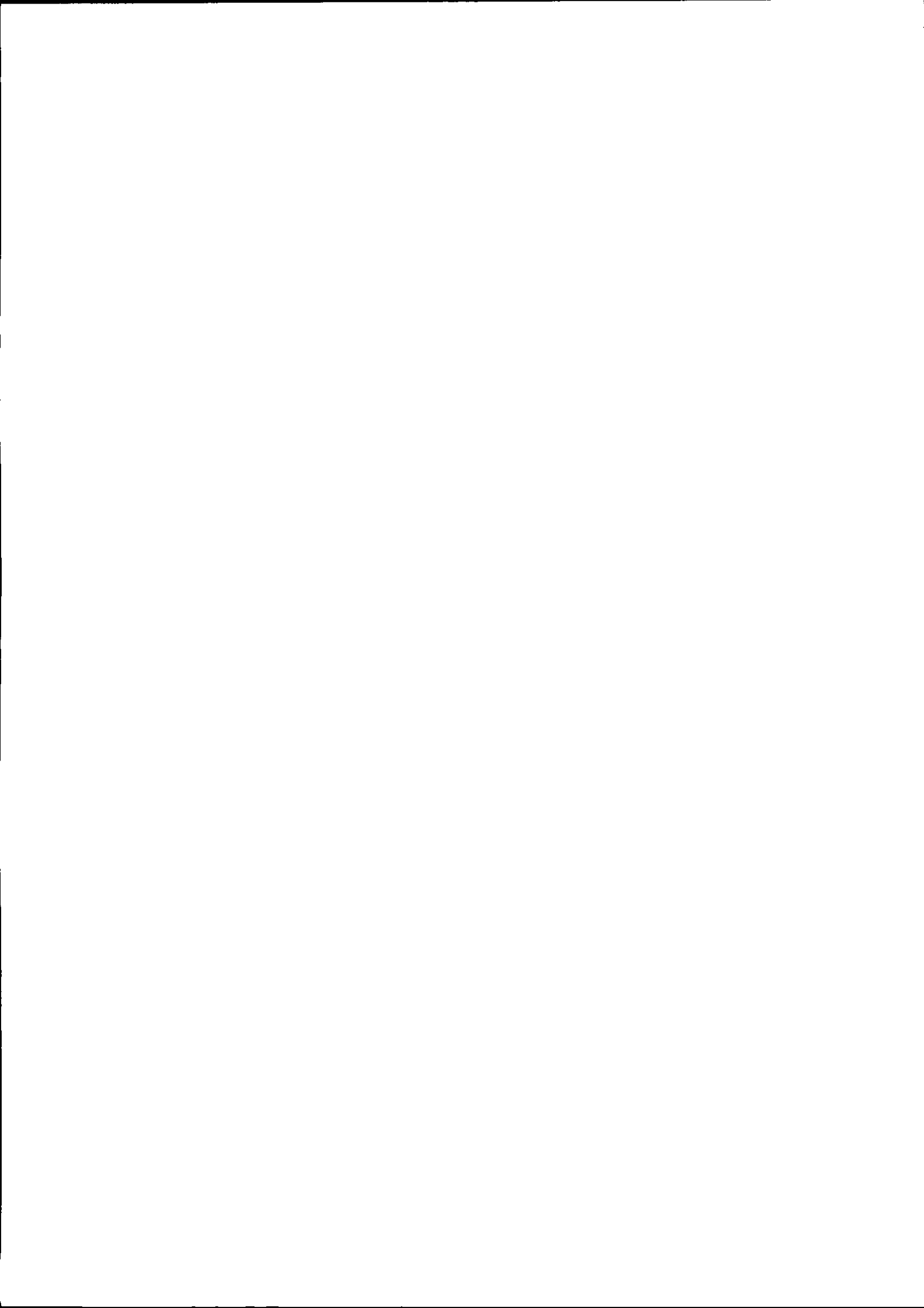
### b) Attrezzature d'impiego

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

### c) Fase esecutiva

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate:

- discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;
- profondità raggiunta dalla perforazione;
- quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;
- caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- fluido impiegato per la perforazione.



**TABELLA 2**

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m<sup>3</sup> )

TIPO DUREZZA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>		
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica i B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 9 - 67	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000

\* Su prescrizione delle Direzione Lavori  
 \*\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato



**TABELLA 1**  
**FORMAZIONE DEL RILEVATO, GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI**

Prospetto 1 - Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre giabbie-abbiabbe						Terre limbo-argillose					Torbe e terre organiche palustri	
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%						Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%						
Gruppo	A1		A2	A3			A4	A5	A6	A7		A8	
Sottogruppo	A1a	A1b		A3-1	A3-5	A3-6	A3-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% % 0,075 UNI 2332 > 35% %	> 50 ≤ 40 ≤ 15	> 50 ≤ 30 ≤ 25	> 50 ≤ 10	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% Limite fluido Indice di plasticità	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 35	> 35 ≤ 10	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10 max	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10 (IP ≤ 30)	> 40 ≤ 10 (IP > L L-30)	> 40 ≤ 10 (IP > L L-30)

	0	0	0	0	0	≤ 12	≤ 16	≤ 20	
Tipologia di terreno	Ghiaia o breccia Ghiaia o breccia sabbiosa grassa pomice scorie vulcaniche pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limiti poco compressi- bili	Limiti poco compres- sibili	Argill. poco compressi- bili	Argill. forte- mente compres- sibili fortem- ente plastiche	Argill. forte- ment compres- sibili forte- ment e plasti- che	Torbe di recente o remota formazione detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di pile	Da eccellente a buono				Da mediocre a scadente				Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve	Media			Molto elevata	Media	Elevat a	Medi a	
Riduzione dell'umidità	Nulla	Nulla o lieve			Lieve o medio	Elevat o	Elevat o	Molt o elevat o	
Permeabilità	Elevata	Medio o scarsa				Scarsa o nulla			

<p>Granuli che da strenamente individuali</p>	<p>Facilmente individuali</p>	<p>appia fatto incos a alle stato asciutto</p>	<p>La maggior parte dei granuli sono individuali ad occhio nudo. A spruzzato- na venata media o elevata allo stato asciutto, indica la presenza di argilla.</p>	<p>Reagiscono alla prova di scuotimento. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.</p>	<p>Non reagiscono alla prova di scuotimento. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.</p>	<p>Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.</p>
<p>Prova di coesione che può servirsi a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo meccanicamente. Se la terra reagisce alla prova, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che comparirà comprimendo il campione di terra.</p>						

*Handwritten signature or mark*

ART. 4

DEMOLIZIONI

## INDICE

1.0 - DEMOLIZIONI

1.1 - Murature e fabbricati

1.2 - Idrodemolizioni

1.3 - Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

## **1.0 - DEMOLIZIONI**

### **1.1 - Murature e fabbricati**

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore; o clipper
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

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

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

### **1.2 - Idrodemolizioni**

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l'impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

### **1.3 - Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso**

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

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

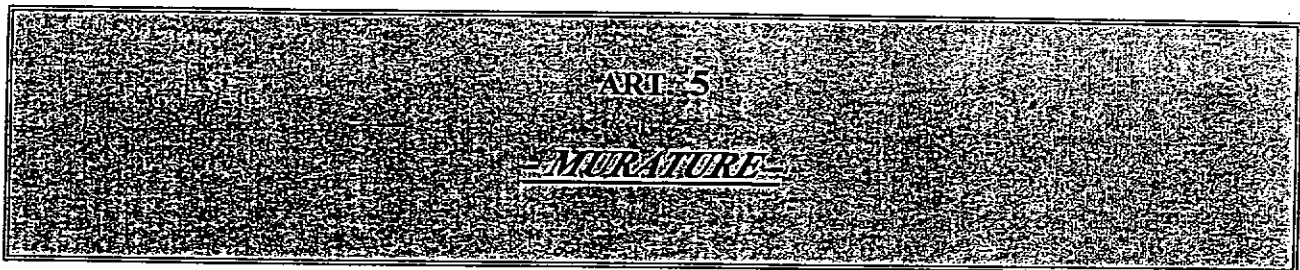
Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad  $1/3$  dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.





## INDICE

- 1.0. Murature
- 1.1. Murature di mattoni
- 1.2. Murature di pietrame a secco
- 1.3. Murature di pietrame e malta
- 1.4. Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (Calcestruzzo ciclopico)
- 1.5. Murature in pietra da taglio

## **1.0. Murature**

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

- murature di mattoni;
- murature di pietrame a secco;
- murature di pietrame e malta;
- murature di calcestruzzo con pietrame annegato;
- murature in pietra da taglio;

### **1.1. Murature di mattoni**

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

### **1.2. Murature di pietrame a secco**

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

### **1.3. Murature di pietrame e malta**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadri, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadri, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

#### **1.4. Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (Calcestruzzo ciclopico)**

Quando la Direzione dei Lavori l'avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, ecc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

#### **1.5. Murature in pietra da taglio**

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;
- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, in modo che le connesure fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle Istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a muzzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connesure delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e lisciato mediante apposito ferro.

## **1.6 Malte**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

## **1.7 Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo**

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

### **1.7.1 Intonaci eseguiti a mano**

Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzaffo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il fratazzo.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato in una volta sola

### **1.7.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)**

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di Kg.500 di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80÷90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30÷40.

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

### **1.7.3 Applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo**

Qualora la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, potrà ordinare all'Impresa l'adozione di intonaci idrofughi o di sostanze protettive delle superfici dei calcestruzzi.

ART. 6

ACCIAIO

## INDICE

- 1.0 Generalità
- 2.0 Collaudo tecnologico dei materiali
- 3.0 Collaudo dimensionale e di lavorazione
- 4.0 Montaggio
- 5.0 Prove di Carico e Collaudo Statico delle Strutture in acciaio

## 1.0 GENERALITÀ

Esse dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto:

- 1) dalla Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21-12-1971);
- 2) dal D.M. 9 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. n° 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-1996) e dal precedente D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. n° 55 alla G.U. n° 65 del 18-3-1992) per alcune norme tecniche, ancora applicabili, concernenti il calcolo e le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili e le relative regole di progettazione ed esecuzione;
- 3) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 252 del 15-10-1996 (S.O. n. 207 alla G.U. n° 277 del 26-11-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 9-1-1996";
- 4) dalla Legge 2 febbraio 1974 n° 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n° 76 del 21-3-1974);
- 5) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. n° 19 alla G.U. n. 29 del 5-2-1996) e del D.M. 4 marzo 1996 "Proroga dei termini di entrata in vigore delle suddette Norme tecniche";
- 6) dalla circolare Ministero LL.PP. n° 156 del 4-7-1996 (S.O. n° 151 alla G.U. n° 217 del 16-9-1996) concernente "Istruzioni per l'applicazione delle <Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi> di cui al D.M. 16-1-1996";
- 7) dal D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (S.O. n. 19 alla G.U. n° 29 del 5-2-1996) e sue istruzioni emanate con Circolare Ministero LL.PP. n. 65 del 10 aprile 1997 (S.O. n. 89 alla G.U. n° 97 del 28-4-1997)
- 8) dal D. M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n° 24 del 29-1-1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991 (circolare ANAS n° 28/1991 del 18-6-1991).

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della D.L.;

a) il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonché le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordata con la D.L.

Nel progetto esecutivo dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate.

Nella relazione di calcolo dovranno essere indicate le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio;

b) tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

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

Sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare.

Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto.

In sede di approvazione dei progetti, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1996, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione.

Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della D.L., dovrà presentare a quest'ultima, in lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

## 2.0 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI



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

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

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 9 gennaio 1996.

### **3.0 COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

### **4.0 MONTAGGIO**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

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

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

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

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 9 gennaio 1996 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

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

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

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

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

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

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

## **5.0 PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spesa dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nei Decreti Ministeriali: 4 maggio 1990 e 9 gennaio 1996.



ART. 7

VERNIGLIATURE

## **INDICE**

1.0 Generalità

1.1 Ciclo <<A>>

1.2 Ciclo <<B>>

1.3 Ciclo <<C>>

1.4 Preparazione del supporto

1.5 Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive

1.6 Prove di accettazione dei prodotti

## 1.0 Generalità

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

### 1.1 Ciclo <<A>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

#### 1° strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e fosfati di zinco ( $Zn P O_4$ ), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC % <sup>(1)</sup>	≥ 36 %
- % pigmenti sul totale polveri	≥ 82 %
- tipi di pigmento	minio- $ZnPO_4$
- legante secco %	25 %
- spessore del film	80 ÷ 100 $\mu$
- metodo di applicazione	pennello

#### 2° strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC %	≥ 41 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 14 %
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28 %
- spessore del film	80 ÷ 100 $\mu$
- metodo di applicazione	pennello

#### 3° strato

Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante	clorocaucciù acrilica
- PVC %	≥ 26 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio( $TiO_2$ )
- legante secco %	33 %
- spessore del film	40 $\mu$
- metodo di applicazione	pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

### Ciclo di verniciatura <<A>>

<sup>(1)</sup> Concentrazione volumetrica del pigmento.

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC..%	≥ 36%	≥ 41%	≥ 26%
% pigmenti sul totale polveri	≥ 82%	--	--
% Pigmenti sul prodotto finito	-	≥ 14%-	≥ 26%
Tipi di pigmento	minio, fosfato di zinco (ZnPO <sub>4</sub> )	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film...	80 ÷ 100 μ	80 ÷ 100 μ	40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

## 1.2 Ciclo <<B>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

### 1° strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnPO<sub>4</sub> (fosfato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	≥ 36 %
- % pigmento sul totale polveri	≥ 25 %
- tipo di pigmento	fosfato di zinco ZnPO <sub>4</sub>
- legante secco %	26 %
- spessore film	30 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello

### 2° strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante	epossidico
- PVC %	≥ 40 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 11 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	26 %
- spessore del film	80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

### 3° strato

Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

- tipo di legante	poliuretanico
- PVC %	≥ 16 %
- % pigmento sul prodotto finito	≥ 26 %
- tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
- legante secco %	39 %
- spessore del film	30 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello o rullo

**Ciclo di verniciatura << B >>**

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	Epossidico	poliuretanic
PVC%	≥ 36%	≥ 40%	≥ 16%
% pigmento sul totale polveri	≥ 25%	-	-
% Pigmento sul totale finito		≥ 11%	≥ 26%
Tipi di pigmento	fosfato di zinco (ZnPO <sub>4</sub> )	Biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )	biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film..	30 ÷ 40 μ	80 ÷ 100 μ	30 ÷ 40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

### 1.3 Ciclo <<C>>

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti.  
Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

#### 1° strato

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| - tipo di legante               | oleofenolico  |
| - % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55 %  |
| - tipi di pigmento              | ossido di piombo<br>fosfati di zinco, cromati di piombo<br>silico-cromati di piombo |
| - legante secco (resina) %      | ≥ 18 %  |
| - tipo di olio nel legante      | olio di lino e/o legno  |
| - % olio nella resina secca     | ≥ 60 %  |
| - spessore del film secco       | 35 ÷ 40 μ   |
| - metodo di applicazione        | pennello o rullo  |

#### 2° strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2<sup>a</sup> mano:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - tipo di legante               | oleofenolico   |
| - % pigmenti sul totale polveri | ≥ 55 %   |
| - tipi di pigmento              | ossido di piombo<br>fosfato di zinco<br>cromati di piombo<br>silico-cromati di piombo<br>ossido di ferro |
| - legante secco (resina) %      | ≥ 18 %   |
| - tipo di olio nel legante      | olio di lino e/o legno   |
| - % olio nella resina secca     | ≥ 60 %   |
| - spessore del film secco       | 35 ÷ 40 μ  |
| - metodo di applicazione        | pennello, rullo, airless   |

#### 3° strato

Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3<sup>a</sup> mano:

- |                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| - tipo di legante                    | alchidico-clorocaucciù |
| - %pigmenti sul totale delle polveri | ≥ 55 %                 |



- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu
- di %TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	≥ 30 %
- legante secco (resina) %	≥ 40 %
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- % olio nella resina secca	≥ 60 %
- spessore del film secco	35 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

#### 4° strato

Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante	alchidico - clorocaucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri	≥ 55 %
- tipi di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> ), ftalocianina bleu
- % TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	≥ 30 %
- legante secco (resina) %	≥ 40 %
- tipo di olio nel legante	olio vegetale
- spessore del film secco	35 ÷ 40 μ
- metodo di applicazione	pennello, rullo, airless

#### Ciclo di verniciatura <<O>>

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
<b>Tipo di legante</b>	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico clorocaucciù	alchidico clorocaucciù
<b>% di pigmenti sul totale polveri</b>	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 55 %
<b>Tipi di pigmento</b>	Ossido di piombo (minio) fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, fosfato di zinco, ossido di ferro, cromati di piombo, silico cromati di piombo	biossido di titanio ftalocianina bleu	biossido di titanio, ftalocianina bleu
<b>% di TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti</b>	--	--	≥ 30%	≥ 30%
<b>Legante secco (resina) %</b>	≥ 18 %	≥ 18 %	≥ 40%	≥ 40%
<b>Tipo di olio nel legante</b>	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
<b>% olio nella resina secca</b>	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%	≥ 60%
<b>Spessore del film secco</b>	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ	35 ÷ 40 μ
<b>Metodo di applicazione</b>	pennello rullo	pennello rullo airless	pennello rullo airless	pennello rullo airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n.555 (S.O. alla G.U. n.15 del 20-1-1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18-4-1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20-2-1988 n.141 (G.U. n. 104 del 5-5-1988) e successive modifiche ed integrazioni.

#### 1.4 Preparazione del supporto.

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

### 1.5 Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351 sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66).	12 h	35° C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I.-5687-73)	12 h	35° C
Radiazione ultravioletta.	6 h	60° C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> .	12 h	35° C

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

**Ciclo <<A>>** Blistering: 1° strato = 9F  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<B>>** Blistering: 1° strato = 9M  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<C>>** Blistering: 1° strato = 9F  
2° strato = 9F  
3° strato = 9M  
4° strato = 9F  
Ruggine: RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo <<A>>  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

Ciclo <<B>>  $G_{t0}$  (stacco nullo)

Ciclo <<C>>  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

5) Spessore films secchi:

**Ciclo <<A>>** 1° strato = 90  $\mu$   
2° strato = 80  $\mu$   
3° strato = 40  $\mu$

**Ciclo <<B>>** 1° strato = 30  $\mu$   
2° strato = 90  $\mu$

3° strato = 35 μ

Ciclo <<C>>

1° strato = 35 μ

2° strato = 35 μ

3° strato = 35 μ

4° strato = 35 μ

6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino Ø 4 mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

### 1.6 Prove di accettazione dei prodotti.

L'Impresa dovrà preventivamente inviare al Centro Sperimentale Stradale ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

- campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);
- schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:
  - caratteristiche di composizione: foglio A;
  - caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <<A>>)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9M	9F
2	Ruggine	RO		
3	Adesione	$G_{t_0} \div G_{t_1}$		
4	Spessore films secchi.	90 μ	80 μ	40 μ
5	Abrasione	<10 mg		
6	Brillantezza iniziale	≥ 90%		
7	Brillantezza finale	≥ 80%		

### Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <<B>>)	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine	RO		
3	Adesione	$G_{t_0}$		

4	Spessore films secchi	30 $\mu$	90 $\mu$	35 $\mu$
5	Abrasione			<10 mg
6	Brillantezza iniziale			$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale			$\geq 80\%$

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N°	Prova (ciclo <<C>>)	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9F	9M	9F
2	Ruggine				
3	Adesione	$G_{t_0} \div G_{t_1}$			
4	Spessore films secchi	35 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$	35 $\mu$
5	Abrasione				< 10 $\mu$
6	Brillantezza iniziale				$\geq 90\%$
7	Brillantezza finale				$\geq 80\%$

PART 8

CALCESTRUZZI

## INDICE

1.0	Generalità
1.1	Normativa di riferimento
1.2	Classificazione dei conglomerati cementizi
1.3	Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi
1.3.1	Cemento
1.3.2	Inerti
1.3.3	Acqua di impasto
1.3.4	Additivi e disarmanti
1.4	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi
1.5	Controlli in corso d'opera
1.5.0	Cemento
1.5.1	Granulometria degli inerti
1.5.2	Resistenza dei conglomerati cementizi
1.5.3	Controllo della lavorabilità
1.5.4	Controllo del rapporto acqua/cemento
1.5.5	Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio
1.5.6	Controllo del contenuto di aria
1.5.7	Controllo del contenuto di cemento
1.6	Durabilità dei conglomerati cementizi
1.6.3	Attacco chimico da parte dei solfati
1.7	Tecnologia esecutiva delle opere
1.7.1	Confezione dei conglomerati cementizi
1.7.2	Trasporto
1.7.3	Posa in opera
1.7.3.1	Riprese di getto
1.7.3.2	Posa in opera in climi freddi
1.7.3.3	Posa in opera in climi caldi
1.7.4	Stagionatura e disarmo
1.7.4.1	Prevenzione delle fessure da ritiro plastico
1.7.4.2	Maturazione accelerata con trattamenti termici
1.7.4.3	Disarmo
1.7.4.4	Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio
1.7.4.5	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari
1.7.4.6	Armature per c.a.
1.7.4.7	Armatura di precompressione
1.7.4.7.1	Iniezione nei cavi di precompressione
1.7.4.7.1.1	Misura della fluidità con il cono di Marsh
1.7.4.7.1.2	Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).
1.8	Miscele a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti
1.8.1	Caratteristiche dei materiali
1.8.1.1	Iniezione con sistemi epossidici
1.8.1.2	Iniezione con boiacche cementizie
1.8.2	Modalità di iniezione
1.8.2.1	Iniezioni tradizionali
1.8.2.2	Iniezioni sottovuoto
1.8.2.3	Prove

- 1.8.2.4 Tesatura delle armature di precompressione
- 1.9 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso
- 1.10 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione
- 1.11 Acciaio per c.a. e c.a.p.
- 1.11.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento
- 1.11.1.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata
- 1.11.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate
- 1.11.3 Zincatura a caldo degli acciai
- 1.11.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo
- 1.11.3.2 Zincatura a caldo per immersione
- 1.11.3.2.1 Trattamento preliminare
- 1.11.3.2.2 Immersione in bagno di zinco
- 1.11.3.2.3 Finitura ed aderenza del rivestimento
- 1.11.3.2.4 Verifiche
- 1.11.3.2.5 Certificazioni
- 1.11.3.2.6 Lavorazione
- 1.11.4 Acciaio per c.a.p.
- 1.11.4.1 Fili, barre, trefoli
- 1.11.4.2 Cavo inguainato monotrefolo
- 1.11.4.3 Ancoraggi della armatura di precompressione
- 1.12 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio

## 1.0 GENERALITA'

### 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- p della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- p della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- p del D.M. 19.06.1984, n. 24771 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- p del D.M. 29.01.1985 "Norme Tecniche - di rettifica - relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- p del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 "Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche" (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS. n. 55/1986);
- p del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- p del D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- p del D.M. 9 gennaio 1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- p del D.M. 16 gennaio 1996 "Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- p della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- p della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisori (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### 1.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI



Nella Tabella I, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, salvo diverse indicazioni del Progettista.

**Tabella I**

TIPO DI CONGLOMERATO	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	Cementi Ammessi *	MASSIMO Rappporto A/C	CONSISTENZA UNI 9418 Abbassamento	Acqua Essudata UNI 7122	CLASSI Rck ****
I	Impalcati in c.a. e c.a.p., pile e spalle di ponti, viadotti, cavalcavia, sottovia, ponticelli di luce superiore a 8.00 m, new jersey; -Barriere e parapetti	Pozzolatico Altoforno, Portland **	0.45	≥ 16 cm ***	≤ 0.1%	≥40 MPa
II	-Muri di sottoscarpa e controripa c.a, ponticelli di luce sino a 8.00 m; -Tombini scatolari; -Fondazioni armate (pali, plinti, diaframmi, ecc.) -Conglomerati cementizi per cunette, cordoli, pavimentazioni;	Pozzolatico Altoforno, Portland **	0.50	≥ 16 cm	≤ 0.1%	≥30 MPa
III	-Muri di sottoscarpa e controripa in conglomerato cementizio anche se debolmente armato (fino ad un massimo di 30 kg per m <sup>3</sup> ); -Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.); -Rivestimenti di tubazioni (tombini tubolari, ecc.) Prismi per difese spondali;	Pozzolatico Altoforno, Portland **	0.55	≥ 16 cm	≤ 0.2%	≥25 MPa

\*in presenza di concentrazione di solfati e CO<sub>2</sub> aggressiva, il progettista dovrà indicare il cemento più opportuno allo scopo.

\*\* ammesso alle condizioni del successivo punto 1.3.1.

\*\*\*tranne che per particolari manufatti quali pareti sottili a vibrazione programmata, barriere New Jersey o simili che richiedono abbassamenti al cono minori.

\*\*\*\*salvo richieste di resistenze maggiori definite nel progetto.

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

### 1.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

### 1.3.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla DL un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la DL possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

### 1.3.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2°.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

72M || A cura dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 2, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m<sup>3</sup> di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

### Tabella 2

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4) • UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	$C_f \geq 0,15$ ( $D_{max} = 32 \text{ mm}$ ) $C_f \geq 0,12$ ( $D_{max} = 64 \text{ mm}$ )
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 64 mm).

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

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

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

### 1.3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI 8520 parte 5) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo, le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3.

#### 1.3.4 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

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

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

#### 1.4 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica,, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare ~~la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti~~

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione, Rck,
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- 56 c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di  $\pm 10\%$  dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

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

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

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

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.

## 1.5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

### 1.5.1 Granulometria degli inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati al punto 1.3.2.

### 1.5.2 Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informale dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo

carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ , su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

*La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.*

*L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini  $n$  il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.*

*Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore  $s = 1,0$  e  $s = 1,2$ .*

*Nel caso di provini cubici si assume  $s = 1,0$ .*

*Per ogni lotto di conglomerato di  $100 \text{ m}^3$  di conglomerato cementizio indagato o frazione,  $n$  dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).*

*Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:*

$$R_i = 2.5 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

*Dove:*

$\sigma$  è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

*Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:*

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

*La valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:*

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \sum R_i / n$$

*Dove:*

$F_{stim}$  = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

$n$  = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

$R_i$  = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

*Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente  $b$ , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare per determinare la resistenza caratteristica  $R_{ck}$ .*

*Pertanto, se:*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.*

*Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.*

*I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.*

### **1.5.3 Controllo della lavorabilità**

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI 9418, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

### **1.5.4 Controllo del rapporto acqua/cemento**

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

### **1.5.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio**

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

### **1.5.6 Controllo del contenuto di aria**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 - 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

### **1.5.7 Controllo del contenuto di cemento**

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 - 72 e 6394 - 69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

## **1.6 Durabilità dei conglomerati cementizi**

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

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

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

## **1.7 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE**

### 1.7.1 Confezione dei conglomerati cementizi

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

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

I silos del cemento debbono 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 rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto I.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79.

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

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

### 1.7.2 Trasporto



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

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 1.5.5 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 1.5.3, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 - 79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

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

### 1.7.3 Posa in opera

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

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

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

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

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la Superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

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

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

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

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

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.

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

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

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formati, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop) , o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

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

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

### **1.7.3.1 Riprese di getto**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

### **1.7.3.2 Posa in opera in climi freddi**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

### 1.7.3.3 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI 9858.

### 1.7.4 Stagionatura e disarmo

#### 1.7.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

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

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

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

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

#### 1.7.4.2 Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;

- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

#### 1.7.4.3 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### 1.7.4.4 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

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

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliciche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evaquazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### 1.7.4.5 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

#### **1.7.4.6 Armature per c.a.**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/96) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la 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.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### **1.7.4.7 Armatura di precompressione**

L'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

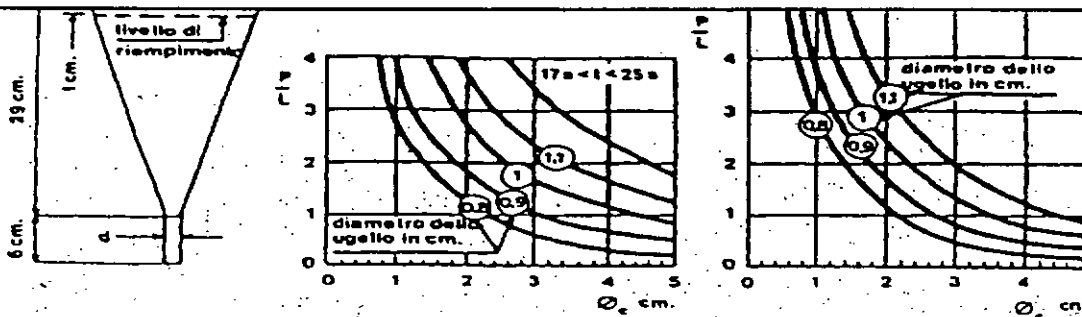
Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondini di acciaio.

##### **1.7.4.7.1 Iniezione nei cavi di precompressione**

*Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove*

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.



CONO DI MARSH

A FILI

A TREFOLI

Dove:

$P$  = pressione dell'iniezione ( $g/cm^2$ )

$L$  = lunghezza della guaina (cm)

$\phi_e = \sqrt{\phi G^2 - n \cdot \phi P}$  [diametro equivalente in funzione della guaina ( $\phi G$ ), del diametro dei fili ( $\phi F$ ) e del loro numero ( $n$ )].

(2) Misura della essudazione della malta.

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\phi$  6 cm, con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dall'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 con D.M. 09/01/96), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni che seguono (più restrittive) parte delle prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.:

1) La fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh (punto 1.8.4.7.1.1) per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.

2) L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000 - 5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec), è proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh.

3) Prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di 2 mm di lato.

4) L'essudazione non dovrà essere superiore allo 2% del volume (punto 1.8.4.7.1.2).

5) Il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 303 K) (a 30 °C).

6) È tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Ugualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello.

All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 h.

7) L'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta.

In caso di interruzioni dovute a causa di forza maggiore e superiori a 5 min, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.

8) È preferibile l'impiego di cemento tipo 32,5 (usando il 42,5 solo per gli impieghi in inverno).

#### 1.7.4.7.1.1 Misura della fluidità con il cono di Marsh

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro  $d$  variabile da 8 mm a 11 mm.

La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due).

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup>, sarà compreso tra 13 e 25 sec subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli.

#### 1.7.4.7.1.2 Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>,  $\phi$  = 6 cm, riempita con 100 cm<sup>3</sup> di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

## 1.8 Miscela a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con miscele a bassa viscosità delle guaine di cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).

Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche che i materiali devono possedere e le modalità da seguire per le iniezioni.

### 1.8.1 Caratteristiche dei materiali

#### 1.8.1.1 Iniezione con sistemi epossidici

- **Tipo di resina:** sistema epossidico costituito unicamente da resina bicomponente (A+B), pigmentato solo su richiesta della Direzione Lavori. La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di cariche (per esempio cemento) che comunque dovranno essere di natura basica o neutra.
- **Tempo di presa:** riferito al sistema epossidico puro. Dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 h. Per particolari condizioni operative la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori.  
POT-LIFE misurato (secondo SECAM) alla temperatura  $293 \pm 1$  K e umidità relativa del 65%  $\pm$  5% in bicchiere di vetro della capacità di 100 cm<sup>3</sup> su quantità di 50 cm<sup>3</sup> di miscela (media su 5 prove).
- **Viscosità:** riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a  $293 \pm 1$  K ed umidità relativa di  $65\% \pm 5\%$ . La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostata (media su 5 prove).
- **Ritiro:** dovrà risultare minore dello 0,19, misurato secondo norma UNI-PLAST 4285 (media su 5 prove).
- **Comportamento in presenza d'acqua:** l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela.
- **Protezione chimica dei ferri d'armatura:** la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A + B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.

#### 1.8.1.2 Iniezione con boiacche cementizie

- **Tipo di boiaccia cementizia:** boiaccia cementizia preconfezionata, pronta all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esente da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38.
- **Viscosità:** la viscosità verrà valutata con cono di Marsh, ugello da mm 12, secondo le modalità indicate al punto 16.1.1.; il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> non dovrà essere superiore a trenta secondi nella boiaccia appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min.
- **Ritiro:** la boiaccia dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo.
- **Essudazione (Bleeding):** il materiale dovrà essere esente da bleeding.
- **Resistenza meccanica:** la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 MPa dopo 3 giorni, 35 MPa dopo 7 giorni ed a 50 MPa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m<sup>3</sup>.

Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

### 1.8.2 Modalità di iniezione

#### 1.8.2.1 Iniezioni tradizionali

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione mediante misure geometriche effettuate con riferimento ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettromagnetica e/o ad ultrasuoni, si dovrà procedere alla localizzazione delle guaine mediante tasselli effettuati con microdemolitori (Normalmente con un passo di 3-4 m su ogni cavo partendo dal centro della trave).

Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta

collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo.

Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e Puliti, eventualmente riperforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.

I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio. La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldata debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti.

Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc. in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione.

Tali stuccature saranno effettuate con paste a-base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.

Dopo almeno 48 h dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.

Si procederà quindi alla iniezione della miscela scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.

In linea di massima sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzera della trave dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.

Si inietteranno poi questi ultimi e, via via, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.

Naturalmente i tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati. La pressione d'iniezione dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento dei cavi e comunque in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

### **1.8.2.2 Iniezioni sottovuoto**

Potranno essere usate tecniche di iniezione sottovuoto, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di i bar nelle cavità da iniettare e ammettendo poi il materiale di riempimento.

Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte per le iniezioni tradizionali con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.

La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.


A seconda dell'attrezzatura disponibile la valutazione si effettuerà tramite misura (con contaltri) del volume d'aria ammesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di Mariotte.

A questo punto si procederà alle iniezioni vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nella cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2 - 3 bar prima del bloccaggio del tubo d'iniezione.

Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato in genere misurando il consumo in chilogrammi e passando al volume ( $V_m$ ) per tramite del peso specifico del materiale stesso, oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto  $V_m/V_1 \cdot 100$  (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

### **1.8.2.3 Prove**

 Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un Laboratorio Ufficiale con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

### **1.8.2.4 Tesatura delle armature di precompressione**

L'Impresa durante le operazioni di tesatura dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla DL, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura.

Nelle strutture ad armatura pre-tesa le armature di precompressione dovranno essere ricoperte dal conglomerato cementizio per tutta la loro lunghezza.

### **1.9 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso**

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



La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

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

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma.

Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

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

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

Il deposito ha validità triennale.

### **1.10 Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione**

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

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

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto 1.8.3.1.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel

progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

### **1.11 Acciaio per c.a. e c.a.p.**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 no 1086 (D.M. 09/01/96).

Per gli opportuni controlli da parte della DL, l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel DM 09/01/96.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 09/01/1996.

Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

#### **1.11.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento**

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la Posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 09/01/96.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

##### **1.11.1.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata**

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto 1.11.1 della presente Sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonchè concretamente motivato.

#### **1.11.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto 1.5.1.

#### **1.11.3 Zincatura a caldo degli acciai**

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

##### **1.11.3.1 Qualità degli acciai da zincare a caldo**

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 - 0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di saldabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

##### **1.11.3.2 Zincatura a caldo per immersione**

###### **1.11.3.2.1 Trattamento preliminare**

Comprende operazioni di sgrassaggio decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430 K.

###### **1.11.3.2.2 Immersione in bagno di zinco**

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m<sup>2</sup> di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 g/m<sup>2</sup> ± 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

###### **1.11.3.2.3 Finitura ed aderenza del rivestimento**

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

###### **1.11.3.2.4 Verifiche**

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti 25.1 e 25.2, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto 1.5.3.2.2.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate e l'impresa dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese.

Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a  $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$  la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a  $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$  la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;

- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

#### **1.11.3.2.5 Certificazioni**

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 09/1/96 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

#### **1.11.3.2.6 Lavorazione**

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

#### **1.11.4 Acciaio per c.a.p.**

##### **1.11.4.1 Fili, barre, trefoli**

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. 09/01/96.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili. E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 09/01/1996.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

#### **1.11.4.2 Cavo inguainato monotrefolo**

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 1.11.4.1 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

#### **1.11.4.3 Ancoraggi della armatura di precompressione**

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

#### **1.12 Impermeabilizzazione di manufatti in conglomerato cementizio**

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- a) guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.
- b) con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione

In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}$  C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

#### a) Guaine bituminose

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa  $0,5 \text{ Kg/m}^2$ ;
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a  $250 \text{ g/m}^2$  e resistenza non inferiore a  $1000-1200 \text{ N/5cm}$ , ed una flessibilità a freddo a  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità  $A_1$  o  $G_2$ ): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità  $G_2L$  e  $G_2T$ ):  $8 \text{ Kg/cm}$ .

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni d'acqua al di sotto del manto; la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia almeno di 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

#### b) Membrane elastiche

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione dei Lavori.

Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura.

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e  $1,5 \text{ Kg/m}^2$ ;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente,  $70 \text{ Kg/m}^2$ ;
- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a  $50 \text{ mg/m}^2$  senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

ART. 9

DIAPHRAGME PALANCOLATI

## INDICE

- 1. Generalità
- 1.1. Classificazione
- 2.3.1 Diaframmi
- 2.3.2 Palancolati
- 1.2 Normativa di riferimento
- 2.3 Diaframmi in cemento armato
- 2.4 Palancolati
- 2.5 Tolleranze geometriche
- 2.5.1 Diaframmi in c.a.
- 2.5.2 Palancolati
- 2.6 Preparazione dei piani di lavoro
- 2.6.1 Diaframmi
- 2.6.2 Palancolati
- 2.7 Materiali
- 2.7.1 Diaframmi
- 2.7.1.1 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose
- 2.7.1.2 Calcestruzzo
- 2.8 Modalità esecutive
- 2.8.1 Diaframmi
- 2.8.1.1 Posa in opera del conglomerato cementizio
- 2.5.2 Palancolati
- 2.9 SPECIFICA DI CONTROLLO
- 2.9.1 Diaframmi
- 2.9.1.1 Materiali
- 2.9.1.2 Controlli in fase esecutiva
- 2.9.2 Prove di controllo sugli elementi di diaframma
- 2.9.2.1 Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale
- 2.9.2.2 Controlli non distruttivi
- 2.6.2.3 Prove geofisiche
- 2.6.2.4 Carotaggio continuo meccanico
- 2.6.2.5 Scavi attorno al fusto del diaframma
- 2.6.2.6 Prove su pannelli strumentati
- 2.6.2.7 Controllo delle deformazioni
- 2.6.3 Palancole
- 2.6.3.1 Materiali
- 2.6.3.2 Controlli in fase esecutiva



## **1. GENERALITA'**

### **1.1. CLASSIFICAZIONE** Si farà riferimento alla seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati.

#### **1.1.1 Diaframmi**

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

#### **1.1.2 Palancolati**

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata.

In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità.

In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore.

Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo.

In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

## **1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- DIN 4150

## **2.0 Diaframmi in cemento armato**

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici.

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ), che alla generica profondità  $h$  soddisfino alle condizioni:

$$C_u \geq \gamma h / 3$$

Dove:

$\gamma$  = peso di unità di volume totale;

la perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

### **Dovranno quindi essere minimizzati:**

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

## **2.1 Palancolati**

L'Impresa dovrà comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

## **2.2 Tolleranze geometriche**

### **2.2.1 Diaframmi in c.a.**

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = Spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

Le tolleranze  $\Delta S$  sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti: per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

-  $0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S$

- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):

-  $0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto  $\pm 20$  cm.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

### **2.2.2 Palancolati**

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

-posizione planimetrica dell'asse mediano del palancolato :  $\pm 3$  cm

-verticalità :  $\pm 2$  %

-quota testa :  $\pm 5$  cm

-profondità :  $\pm 25$  cm

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Impresa, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

## **2.3 PREPARAZIONE DEI PIANI DI LAVORO**

### **2.3.1 Diaframmi: L'impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.**

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento.

La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 10 cm. con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto.

I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0.35 x 0.80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale.

Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le casserature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa.

I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo.

Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento).

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

**2.3.2 Palancolati** I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

## **2.4 Materiali**

**2.4.1 Diaframmi** La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel punto 2.3.4 della sezione "pali" del presente Capitolato.

Nel caso che la perforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato. La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

#### **2.4.1.1 Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose**

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidi, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

#### **2.4.1.2 Armature metalliche**

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni richieste dal presente Capitolato.

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

**Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.**

**Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 5 cm.**

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con  $D_{max}$  non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

#### **2.4.1.3 Calcestruzzo**

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta. La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm. Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante. E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

**I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.**

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m<sup>3</sup>/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

#### **2.4.2 Palancole metalliche**

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- tensione di rottura  $f_t = 550 \text{ N/mm}^2$  • limite elastico  $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$ .

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

## **2.5 Modalità esecutive**

### **2.5.1 Diaframmi**

#### **2.5.1.1 Posa in opera del conglomerato cementizio**

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

**Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 mc, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.**

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2-3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

## **2.5.2 Palancolati**

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito al punto 2.4.1.2 del presente Capitolato.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

L'Impresa potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione.

Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione.

A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

## **2.6 SPECIFICA DI CONTROLLO**

**La seguente specifica si applica ai diaframmi e palancolati, precedentemente esaminate.**

**La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.**

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

### **2.6.1 Diaframmi**

#### **2.6.1.1 Materiali**

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio, si utilizzeranno le specifiche di controllo riportate in corrispondenza dei punti 2.3.1 e 2.3.3 della sezione "pali" del presente Capitolato.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

#### **2.6.1.2 Controlli in fase esecutiva**

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la DL, per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- valore degli "slump" del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio impiegato;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione "pali" del presente Capitolato.

#### **2.6.2 Prove di controllo sugli elementi di diaframma**

##### **2.6.2.1 Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale**

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo, tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.

Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri e il diagramma di carichi-cedimenti.

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno. Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 - 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

##### **Prove di carico laterale**

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL.

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

### **2.6.2.2 Controlli non distruttivi**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

### **2.6.2.3 Prove geofisiche**

**Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.**

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori. L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sondine di emissione e ricezione, dovranno essere predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

### **2.6.2.4 Carotaggio continuo meccanico**

**Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta.**

**Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.**

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche. Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto le presenti norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **2.6.2.5 Scavi attorno al fusto del diaframma**

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **2.6.2.6 Prove su pannelli strumentati**

Per tali tipi di pannelli oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti.

Si dovrà procedere ai seguenti controlli:

Subito dopo il getto del pannello strumentato si dovrà procedere alla verifica della funzionalità della strumentazione installata, al fine di accertarsi che non abbia subito alcun danno.

Oltre al controllo di funzionalità precedente, si dovranno eseguire degli ulteriori controlli, ma con registrazione dei dati.

Tali controlli verranno effettuati con le seguenti cadenze a partire dalla data del getto:

1° controllo: a 7 giorni; 2° controllo: a 14 giorni;

3° controllo: a 28 giorni;

4° controllo: immediatamente prima della prova di carico;

I dati dovranno essere registrati su apposito modulo, riportante oltre all'identificazione del pannello anche la data (giornaliera e progressiva) dei controlli, saranno allegati, insieme alla documentazione della prova di carico. In particolare il controllo n. 4 costituirà la misura origine per le letture successive.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti se ciò era già stato concordato con la Direzione Lavori:

### **2.6.2.7 Controllo delle deformazioni**

**Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.**

**Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $\phi$  81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.**

**Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.**

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio. L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati

### **2.6.3 Palancole**

#### **2.6.3.1 Materiali**

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

**2.6.3.2 Controlli in fase esecutiva** Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Impresa dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancole, riportato sulla planimetria di progetto
- dati tecnici della attrezzatura
- tempo necessario per l'infissione
- informazioni relative alla locale stratigrafia
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile)
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Impresa a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.



ART-10

PAGE

# INDICE

- 1.1 CLASSIFICAZIONE
- 1.2 DEFINIZIONI
- 1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO
- 1.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO
- 2.0 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO
- 2.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 2.2 Prove tecnologiche preliminari
- 2.3 Materiali
- 2.3.1 Armature metalliche
- 2.3.2 Rivestimenti metallici
- 2.3.3 Conglomerato cementizio
- 2.3.4 Fanghi bentonitici
- 2.3.4.1 Bentonite in polvere
- 2.3.4.2 Preparazione dei fanghi bentonitici
- 2.3.5 Fanghi biodegradabili
- 2.3.5.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili
- 3.0 TIPOLOGIE ESECUTIVE
- 3.1 PALI INFISSI
- 3.1.1 Pali infissi prefabbricati
- 3.1.1.0 Tolleranze geometriche
- 3.1.1.1 Tracciamento
- 3.1.1.2 Attrezzature per infissione
- 3.1.1.3 Infissione
- 3.1.2 Pali infissi gettati in opera
- 3.1.2.0 Tolleranze geometriche
- 3.1.2.1 Tracciamento
- 3.1.2.2 Attrezzature per infissione
- 3.1.2.3 Infissione
- 3.1.2.4 Formazione del fusto del palo

- 3.2 **PALI TRIVELLATI**
- 3.2.1 Tolleranze geometriche
- 3.2.2 Tracciamento
- 3.2.3 Pali trivellati con fanghi bentonitici
- 3.2.3.1 Formazione del fusto del palo
- 3.2.4 Pali trivellati con fanghi biodegradabili
- 3.2.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio
- 3.2.5.1 Formazione del fusto del palo
- 3.2.6 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto
- 3.2.6.1 Formazione del fusto del palo
- 3.2.7 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto
- 3.2.7.1 Formazione del fusto del palo
- 3.3 **MICROPALI**
- 3.3.1 Tolleranze geometriche
- 3.3.2 Tracciamento
- 3.3.3 Armature
- 3.3.3.1 Armatura con barre di acciaio in c.a.
- 3.3.3.2 Armatura tubolare
- 3.3.3.1 Armatura con profilati di acciaio
- 3.3.3.4 Malte e miscele cementizie
- 3.3.4 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione
- 3.3.4.1 Formazione del fusto del micropalo
- 3.3.5 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione
- 3.3.5.1 Formazione del fusto del micropalo
- 4.0 **PROVE DI CARICO**
- 4.1 **PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO**
- 4.1.1 Prove di carico assiale
- 4.1.1.2 Attrezzatura e dispositivi di prova
- 4.1.1.3 Preparazione della prova
- 4.1.1.4 Programma di carico

- 4.1.1.5 Risultati della prova
- 4.1.2 Prove di carico su pali strumentati
  - 4.1.2.1 Attrezzatura e dispositivi di prova
  - 4.1.2.2 Preparazione ed esecuzione della prova
- 4.1.3 Prove di carico laterale
- 4.2 PROVE DI CARICO SUI MICROPALI
  - 4.2.1 Prove di carico assiale
    - 4.2.1.1 Attrezzature e dispositivi di prova
    - 4.2.1.2 Programma di carico
    - 4.2.1.3 Risultati delle prove
- 4.3 PROVE NON DISTRUTTIVE
  - 4.3.1 Prove geofisiche
  - 4.3.2 Carotaggio continuo meccanico
  - 4.3.3 Scavi attorno al fusto del palo
- 5.0 SPECIFICA DI CONTROLLO
  - 5.1 GENERALITA'
  - 5.2 PALI INFISSI
  - 5.3 PALI TRIVELLATI
    - 5.3.1 Controllo del fango bentonitico
      - 5.3.1.0 Prove di controllo
        - 5.3.1.1 Misure del peso specifico o di volume
        - 5.3.1.2 Misure della viscosità
        - 5.3.1.3 Misura del pH
        - 5.3.1.4 Misura del contenuto in sabbia
        - 5.3.1.5 Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"
    - 5.3.3 Controllo del fango biodegradabile
- 5.4 PALI TRIVELLATI AD ELICA
- 5.5 MICROPALI

## 1.1. CLASSIFICAZIONE

- a) *Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

*b) Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\leq 250$  mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

## 1.2. DEFINIZIONI

### a) Pali infissi

#### *a.1) Pali infissi gettati in opera*

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.
- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

#### *a.2) Pali infissi prefabbricati*

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.
- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.
- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in operati farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

### *b) Pali trivellati*

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

### *c) Pali trivellati ad elica continua*

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

### *d) Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

### 1.3. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

### 1.4 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

## 2.0 PALI DI MEDIO E GRANDE DIAMETRO

### 2.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E AMBIENTALI

#### a) Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali;

Quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti;

L'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare, se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150, e nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, che si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefiori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito.

I prefiori sono a cura e spese dell'Impresa.

#### b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di

acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq H/3$$

dove:

= peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
  - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
  - la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
  - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
  - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### c) *Pali trivellati ad elica continua*

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

## 2.2 PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

## 2.3 MATERIALI

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

### 2.3.1 Armature metalliche

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centrotori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura. Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidimenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiate ogni 2.5 - 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto ..., l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

### 2.3.2 Rivestimenti metallici

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini.

Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto.

Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore non inferiore ai 3 mm, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento.

Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento, la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre.

La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile, l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguito con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato, tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2.0 - 2.5 m connessi tra loro



mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi). In questo secondo caso, la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2.50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

### 2.3.3 Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ ) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a  $R_{bk} \geq 25$ .

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams (CNR UNI 7163-79) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d < 800$  mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d \geq 800$  mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

### 2.3.4 Fanghi bentonitici

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

#### 2.3.4.1 Bentonite in polvere

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%

Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm <sup>3</sup> della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm <sup>3</sup>
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

#### 2.3.4.2 Preparazione fanghi bentonitici

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m<sup>3</sup>) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m<sup>3</sup>
- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo  $\leq 12.5$  kN/m<sup>3</sup>;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo. In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

#### 2.3.5 Fanghi biodegradabili

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

##### 2.3.5.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi. La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla D.L.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

Il decadimento della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 + 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

### 3.0 TIPOLOGIE ESECUTIVE

#### 3.1 PALI INFISSI

##### 3.1.1 Pali infissi prefabbricati

I pali potranno essere prefabbricati fuori opera sia in stabilimenti di produzione sia direttamente in cantiere.

In entrambi i casi il conglomerato cementizio dovrà presentare una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ )  $R_{bk} \geq 50$  MPa, pertanto dovranno impiegarsi impasti con bassi valori del rapporto acqua/cemento aventi "slump" inferiore ai 7,5 cm (CNR-UNI 7163 - 79).

Il conglomerato cementizio dovrà essere opportunamente centrifugato o vibrato, le gabbie di armatura avranno un copriferro netto minimo rispetto alla superficie esterna del palo non inferiore ai 3 cm.

La stagionatura potrà essere naturale in ambiente umido, oppure a vapore.

I pali potranno essere precompressi, se richiesto mediante il metodo dei fili di acciaio aderenti.

I materiali impiegati dovranno presentare caratteristiche di resistenza (alla compressione e all'urto) tali da consentire l'infissione senza lesioni e rotture, nonché il trasporto ed il sollevamento ed ogni altra sollecitazione a cui i pali saranno sottoposti.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata mediante puntazza metallica la cui configurazione è funzione delle caratteristiche e della natura dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data del getto.

La DL ha la facoltà di far eseguire prove di controllo della geometria del fusto del palo e delle armature e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

Nel caso di pali aventi lunghezza superiore ai 16 m, è ammesso il ricorso alla giunzione di 2 o più elementi.

Il giunto dovrà essere realizzato con un anello di acciaio con armatura longitudinale, solidale con ciascuno degli spezzoni di palo da unire.

Gli anelli verranno saldati tra loro e protetti con vernici bituminose o epossidiche.

### **3.1.1.0 Tolleranze geometriche**

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- sulla lunghezza: uguale a  $\pm 1\%$  e comunque non superiore ai  $\pm 15$  cm, per pali aventi diametro  $d < 600$  mm e  $\pm 25$  cm per pali aventi diametro  $d \geq 600$  mm;
- sul perimetro: uguale al  $\pm 2\%$ ;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq \pm 3\%$ ;
- errore rispetto alla posizione planimetrica:  $\leq 15\%$  del diametro nominale in testa;
- quota testa palo:  $\pm 5$  cm.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa, tutte le sostitutive e/o complementari che a giudizio della DL, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

### **3.1.1.1 Tracciamento**

Prima di iniziare l'infissione si dovrà a cura e spese dell'Impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto, dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Impresa dovrà presentare sugli elaborati grafici riguardanti le fondazioni, la pianta della palificata e la posizione planimetrica di tutti i pali (inclusi gli eventuali pali di prova) con numero progressivo, ed un programma cronologico delle modalità di infissione elaborato in maniera tale da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere adiacenti e sui pali già installati.

### **3.1.1.2 Attrezzature per infissione**

Le attrezzature di infissione dovranno essere conformi alle indicazioni di progetto.

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

- battipalo con maglio a caduta libera;
- battipalo a vapore ad azione singola;
- battipalo a vapore a doppia azione;
- battipalo diesel;
- vibratore.

In ogni caso il battipalo impiegato deve essere in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti in sito, è da prescriversi una energia minima di 120 kJ.

L'impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

A) nel caso di impiego dei battipali:

- marca e tipo di battipalo;

- principio di funzionamento del battipalo;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- efficienza del battipalo;
- caratteristiche del cuscino, la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;
- peso della cuffia;
- peso degli eventuali adattatori;
- peso del battipalo.

B) utilizzando maglio a caduta libera:

- peso del maglio;
- massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

C) utilizzando il vibratore:

- marca del vibratore;
- peso della morsa vibrante;
- ampiezza e frequenza del vibratore.

L'efficienza "E" non dovrà essere inferiore al 70 %.

La DL potrà richiedere la strumentazione del battipalo, per misurare la velocità terminale del maglio per ricavare sulla base delle reali caratteristiche dell'attrezzatura certificata dal costruttore, la reale efficienza "E" del battipalo.

### 3.1.1.3 Infissione

L'infissione si realizzerà tramite battitura, senza asportazione di materiale.

Nel caso di strati granulari addensati, si potrà facilitare l'infissione con iniezioni di acqua.

L'avanzamento del palo in tali terreni avverrà per peso proprio o con l'ausilio di una modesta battitura.

Tali iniezioni di acqua dovranno essere sospese non appena si è superato lo strato granulare e comunque non oltre 2 m prima del raggiungimento della quota di progetto.

Nella eventualità di esigenze realizzative di riduzione delle vibrazioni o in alternativa all'uso delle iniezioni di acqua, si potranno eseguire dei "prefori", aventi diametro inferiore di almeno 20 mm alla sezione minima del palo.

Il preforo non dovrà raggiungere lo strato portante (se presente) e fermarsi comunque almeno a 2/3 della profondità di progetto.

I prefiori sono a cura e spese dell'Impresa.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo.

Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

- A) la lunghezza minima di progetto;
- B) il rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 10 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 2,5 cm.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano la definizione alla Direzione Lavori degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o al Progettista delle eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc.) la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a 0,3.-0,5 m.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapporti che si tratta di ribattitura.

### 3.1.2 Pali infissi gettati in opera

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza esportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione del tubo forma, dopo aver installato la gabbia di armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

### **3.1.2.0 Tolleranze geometriche**

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

- sul diametro esterno della cassaforma infissa:  $\pm 2\%$ ;
- deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto (verticalità):  $\leq 2\%$ ;
- errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale;
- per la lunghezza e la quota testa palo, vale quanto riportato nel punto 3.1.1.0.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a sua esclusiva cura e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

### **3.1.2.1 Tracciamento**

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

- una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo;
- un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati (in genere interasse non inferiore ai tre diametri).

### **3.1.2.2 Attrezzature per infissione**

Valgono le indicazioni riportate nel punto 3.1.1.2.

E' prevista tuttavia la possibilità di impiego di un mandrino di acciaio, di opportune dimensioni e resistenza, allo scopo di eseguire la battitura sul fondello.

E' ammesso l'impiego di mandrini ad espansione, resi temporaneamente solidali al rivestimento.

E' ammesso l'impiego di mandrini speciali per la battitura multipla di rivestimenti a sezione variabile.

### **3.1.2.3 Infissione**

L'infissione dei rivestimenti tramite battitura avverrà senza estrazione di materiale, con spostamento laterale del terreno naturale.

E' ammesso se previsto dal progetto, o se approvato dalla DL, l'esecuzione della battitura in due o più fasi, con eventuale modifica del procedimento.

Nel caso si impieghi un mandrino, questo verrà introdotto nel rivestimento, sarà espanso e mantenuto solidale al tubo forma per tutta la durata dell'infissione e alla fine della quale verrà estratto.

Per i pali di particolare lunghezza è ammessa la saldatura in opera di due spezzoni di rivestimento, il primo dei quali già infisso.

Il secondo spezzone, nel caso della saldatura, sarà mantenuto in posizione fissa da una opportuna attrezzatura di sostegno.

L'infissione dei rivestimenti sarà arrestata quando sarà soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- A) raggiungimento della quota di progetto;
- B) raggiungimento del rifiuto minimo specificato.

Dove con il termine rifiuto minimo, si intende, quando l'infissione corrispondente a 100 colpi di battipalo efficiente è inferiore ai 10 cm.

Nel caso del raggiungimento del rifiuto la DL potrà richiedere all'Impresa la ribattitura del palo dopo 24 ore di attesa, se motivata da ragioni geotecniche particolari (forti sovrappressioni interstiziali, etc).

L'Impresa al fine di contenere le vibrazioni o il danneggiamento di opere o pali già esistenti, potrà eseguire prefiori, i quali dovranno avere un diametro massimo inferiore di almeno 20 mm rispetto a quello esterno della tubazione di rivestimento.

Di norma la profondità da raggiungere sarà inferiore ai 2/3 della profondità del palo, e comunque tale da non raggiungere lo strato portante se esistente.

Il preforo, potrà anche essere richiesto per il raggiungimento delle quote di progetto nel caso di livelli superficiali molto addensati e/o cementati.

I prefori sono a cura e spese dell'Impresa.

#### **3.1.2.4 Formazione del fusto del palo**

Terminata l'infissione del tuboforma, verrà posta al suo interno la gabbia di armatura, secondo le modalità descritte nel punto 2.3.1.

Prima del posizionamento si avrà cura di rimuovere eventuali corpi estranei presenti nel cavo e si verificherà che l'eventuale presenza di acqua entro il tubo di rivestimento non sia superiore ai 15 cm.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere effettuato a partire dal fondo del foro utilizzando un tubo convogliatore metallico di diametro  $d = 20 - 25$  cm, in spezzoni della lunghezza di 3.0 m, alla cui estremità superiore è collocata una tramoggia di capacità pari a  $0.40 - 0.60$  m<sup>3</sup>.

Il getto dovrà essere portato sino a  $0.5 - 1.0$  m al di sopra della quota di progetto della testa del palo.

Nel caso di pali infissi gettati in opera con tubo forma provvisorio, si provvederà alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adatterà un conglomerato cementizio avente le seguenti caratteristiche:

rapporto a/c  $\leq 0,4$ ;

"slump"  $s \leq 4$  cm

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua e/o terreno.

A tale scopo il rivestimento dovrà avere la scarpa sotto un battente di calcestruzzo di almeno 2.0 m.

Il conglomerato cementizio impiegato dovrà essere tale da rispettare le caratteristiche riportate nel punto 2.3.3.

## **3.2 PALI TRIVELLATI**

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengono a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

### **3.2.1 Tolleranze geometriche**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della D.L. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "- 0,01 D" e "+ 0,1 D";
- lunghezza:
  - pali aventi diametro  $D < 600$  mm  $\pm 15$  cm;
  - pali aventi diametro  $D \geq 600$  mm  $\pm 25$  cm;
- quota testa palo:  $\pm 5$  cm;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

### **3.2.2 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### **3.2.3 Pali trivellati con fanghi bentonitici**

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 2.3.4.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimare solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

#### **3.2.3.1 Formazione del fusto del palo**

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 - 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 - 0,6 m<sup>3</sup>.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 - 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 - 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 - 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

### **3.2.4 Pali trivellati con fanghi biodegradabili**

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.  
Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 2.3.5.

### **3.2.5 Pali trivellati con rivestimento provvisorio**

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 3.2.3.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### **3.2.5.1 Formazione del fusto del palo**

Valgono le indicazioni riportate nel punto 3.2.3.1.

### **3.2.6 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto**

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta. L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaamento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

- eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;
- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### **3.2.6.1 Formazione del fusto del palo**

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto. In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata. Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.



L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

### 3.2.7 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto

Valgono le prescrizioni di cui al punto 3.2.5.

#### 3.2.7.1 Formazione del fusto del palo

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 2.3.1. Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 3.2.5.1.

## 3.3 MICROPALI

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq H/3$$

dove:

= peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

### 3.3.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
  
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

### 3.3.2 Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

### 3.3.3 Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

#### 3.3.3.1 Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 2.3.1. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

#### 3.3.3.2 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 - Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### 3.3.3.3 Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 - 14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

#### 3.3.3.4 Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a  $R_{ck} \geq 25$  Mpa. A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad  $1 \text{ m}^3$  di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg

- cemento : 1200 kg
  - additivi : 10 ÷ 20 kg
- con un peso specifico pari a circa:  
= 1.8 kg/dm<sup>3</sup>

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

- acqua : 300 kg
- cemento : 600 kg
- additivi : 5 ÷ 10 kg
- inerti : 1100 ÷ 1300 kg

### 3.3.4 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

#### 3.3.4.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

### 3.3.5 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto 3.3.4.

#### 3.3.5.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto 3.3.4.1, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5+0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## 4.0 PROVE DI CARICO

### Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- **prove di collaudo** le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );
- **prove a carico limite** le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a 2.5+3 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

#### 4.1 PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO

##### 4.1.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

-  $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$  per  $D > 100$  cm

-  $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

##### 4.1.1.2 Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\approx 3$  mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa  $M$  dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \cdot P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

#### 4.1.1.3 Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{\min} = 1.5$  m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

#### 4.1.1.4 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

##### 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $t = 15'$ ):

$$\delta_s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

##### 2° CICLO

a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $3 \delta P$ ) con misure a:

- t = 0
- t = 5'
- t = 10'
- t = 15'

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ ; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lim} - \delta P$ )
- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 0.10$  diametri.

#### 4.1.1.5 Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale"));
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### 4.1.2 Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 4.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

##### 4.1.2.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

#### **4.1.2.2 Preparazione ed esecuzione della prova**

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 4.1.1.3 e seguenti.

#### **4.1.3 Prove di carico laterale**

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 4.1.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $d = 81/76$  mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.



Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

## 4.2 PROVE DI CARICO SU MICROPALI

### 4.2.1 Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

#### 4.2.1.1 Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 4.1.1.2.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel punto 4.2.1.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

#### 4.2.1.2 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico)

- $t = 2'$

- $t = 4'$

- $t = 8'$

- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento  $s$  è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\delta t = 15'$ ):

$$s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

c) Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a  $t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'$ . Allo scarico le letture verranno eseguite anche a  $t = 30', t = 45'$  e  $t = 60'$ .

#### 2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3 P_{es}$
- b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$
- e) Lettura dei cedimenti come in "b"
- f) Scarico come in "c"
- g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$
- h) Lettura dei cedimenti come in "b"
- i) Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$ .

#### 3° CICLO

- a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".
- c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è  $< P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0, t = 5' e t = 10' e t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento  $s$  risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$
- $s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$

ove:

$d$  = diametro del micropalo

$s_{el}$  = cedimento elastico del micropalo.

#### 4.2.1.3 Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate al punto 4.1.1.5.

### 4.3 PROVE NON DISTRUTTIVE

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### 4.3.1 Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro  $> 800$  mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

#### **4.3.2 Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

#### **4.3.3 Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 - 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **5.0 SPECIFICHE DI CONTROLLO**

#### **5.1 Generalità**

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

- D.M. 9/01/1996;
- D.M. 11/03/1988;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 - 1979;
- DIN - 4150;
- D. M. 16/01/96.

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1"  $\frac{1}{2}$ .

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

## 5.2 Pali infissi

Per i pali infissi gettati in opera e per i pali prefabbricati in cantiere, si dovrà verificare che ogni lotto di armature posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste in progetto.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Per quanto riguarda i pali realizzati mediante l'infissione di rivestimenti metallici, questi dovranno soddisfare le indicazioni riportate nel punto 2.3.2 del presente Capitolato.

Nel caso sia previsto un rivestimento protettivo per la camicia metallica, si dovrà che questo sia presente su tutto il rivestimento e sia al tempo stesso integro nonché rispondente alle indicazioni di progetto e del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di pali infissi prefabbricati in stabilimento, ogni lotto utilizzato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati per l'armatura metallica utilizzata e per il calcestruzzo impiegato (Rck).

L'Impresa dovrà operare in maniera tale che per ogni palo prefabbricato sia rintracciabile il lotto corrispondente di materiale impiegato.

In assenza di tali certificazioni i manufatti corrispondenti non potranno essere posti in opera.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle geometrie e delle caratteristiche dei materiali.

I pali infissi dovranno essere realizzati nel rispetto delle tolleranze che sono riportate in corrispondenza dei punti 3.1.1.0 e 3.1.2.0 del presente Capitolato, rispettivamente per ciascuna tipologia di palo impiegato.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verrà riportato quelli che sono i risultati dei controlli delle tolleranze, ed inoltre dovrà essere riportato:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- data di infissione;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- tempo di infissione;
- rifiuto ogni 0,1 m negli ultimi 4 m, e ogni 1 m nel tratto precedente;
- profondità di progetto;
- rifiuti per eventuale ribattitura;
- eventuale strumentazione e posizione della stessa per il controllo dell'efficienza del battipalo e della velocità terminale del maglio;
- controllo delle vibrazioni (DIN - 4150);
- risultati delle eventuali prove richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso di pali battuti gettati in opera, oltre ai precedenti controlli:

- data del getto;
- tipo di tappo impiegato;
- quantità di calcestruzzo posto in opera nella formazione dell'eventuale bulbo e fusto;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- eventuali ulteriori prove richieste dalla Direzione Lavori.

## 5.3 PALI TRIVELLATI

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato. La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 2.3.2 e 3.2.5).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 3.2.3.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 3.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

### 5.3.1 Controllo del fango bentonitico

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake";

mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

#### 5.3.1.0 Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

### 5.3.1.1 Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5$  g/l.

### 5.3.1.2 Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm<sup>3</sup> e il livello corrispondente 500 cm<sup>3</sup>.

### 5.3.1.3 Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

### 5.3.1.4 Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa. Si otturerà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua. Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenuti cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

### 5.3.1.5 Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO<sub>2</sub>).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO<sub>2</sub> e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in  $\text{cm}^3$  verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

### 5.3.2 Controllo del fango biodegradabile

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla D.L.

## 5.4 PALI TRIVELLATI AD ELICA

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate al punto 5.3.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze (punto 3.2.1) ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni  $10 \text{ m}^3$  di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.

## 5.5 MICROPALI

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei prefori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento  $2.65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale;
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.



ART II

POZZI

## **INDICE**

1.1 Classificazione e definizioni

1.2 Generalità

1.3 Modalità esecutive

2.0 Controlli

## 1.1 Classificazione e definizioni

I pozzi sono manufatti realizzati nel terreno aventi asse verticale e sezione trasversale costante che potrà essere circolare, ellittica o poligonale, a seconda delle indicazioni di progetto.

I pozzi possono essere impiegati per costituire fondazioni profonde che raggiungano le formazioni giudicate idonee a fornire la capacità portante di progetto e costituiscono opere di sostegno, e spesso accolgono opere di drenaggio.

## 1.2 Generalità

L'esecuzione del pozzo può interessare materie di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza di acqua; dovrà avvenire garantendo durante le fasi di lavoro la stabilità delle pareti dello scavo in modo tale da evitare frammenti e da minimizzare la riduzione delle caratteristiche meccaniche del terreno circostante.

Il sostegno delle pareti di scavo dovrà essere affidato ad interventi di sottomurazione o ad elementi prefabbricati affondati progressivamente con l'avanzare dello scavo, nonché a coronelle di pali affiancati.

Raggiunta la quota di base del pozzo, la parte strutturale dovrà risultare realizzata in modo conforme a quanto stabilito in progetto, in dipendenza della funzione assegnata al pozzo e delle condizioni geotecniche e idrogeologiche del sottosuolo.

Il materiale di risulta, proveniente dallo scavo, se ritenuto non idoneo al suo reimpiego, dovrà essere portato a discarica.

## 1.3 Modalità esecutive

Le modalità ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere conformi ai progetti ed approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Dopo ogni fase di scavo verrà posta in opera una centinatura metallica o un anello in c.a. ed un eventuale priverestimento in conglomerato cementizio spruzzato armato con rete in acciaio elettrosaldato, di tipologie e dimensioni come riportate negli elaborati progettuali.

Si considera scavo a pozzo quello che ha, in sezione corrente, un'area teorica esterna non superiore a 80 mq ed avente una profondità non inferiore a 3 m.

Scavi aventi un'area teorica superiore agli 80 mq saranno considerati scavi di fondazione a sezione obbligata.

In presenza di trovanti o nell'attraversamento di rocce da mina il metodo di scavo dovrà essere tale da non danneggiare le strutture esistenti, da non penalizzare le caratteristiche meccaniche dei terreni circostanti, da non variare le caratteristiche idrogeologiche locali e dovrà essere condotto con modalità tali che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Qualora ricorra la possibilità che possano derivare danni alle proprietà limitrofe, il benessere della Direzione Lavori all'impiego di esplosivo è subordinato ai risultati di misure vibrazionali e di controllo che l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese secondo schemi e metodologie approvate dalla stessa Direzione Lavori.

Nel corso dello scavo del pozzo l'Impresa dovrà riportare su scheda la natura dei materiali attraversati.

E' facoltà della Direzione Lavori richiedere all'Impresa l'esecuzione sistematica di fotografie a colori a documentazione della natura dei terreni attraversati.

Raggiunta una profondità prossima al piano di posa della fondazione, dove possibile lo scavo verrà scampanato dove occorre anche a campioni.

Raggiunta la prevista quota di fondazione, dove possibile si raggiungerà tutto in giro una sporgenza di 50 cm rispetto alla superficie controterra del pozzo, e quindi una dimensione che risulti in ogni punto maggiore di 1.00 m rispetto alla sezione orizzontale, dalla somma di quella netta del pozzo più i due spessori del rivestimento.

In quest'ultimo tratto scampanato non verranno eseguiti anelli in calcestruzzo.

Il fondo dello scavo dovrà essere portato in piano, accuratamente ripulito dai detriti e dal terreno smosso o rammollito eventualmente presente, anche con l'impiego di attrezzi a mano.

Prima del getto del conglomerato cementizio magro di regolarizzazione del fondo dello scavo, ciascun pozzo dovrà essere ispezionato dalla Direzione Lavori, cui compete il benessere al getto.

Nel caso i pozzi debbano attraversare terreni sede di falda, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al suo abbassamento in modo da evitare che si verifichino sifonamenti o riduzioni delle caratteristiche meccaniche dei terreni in sito, ed evitare che tutto ciò possa indurre dei risentimenti sulle opere e sull'ambiente al contorno, oppure eventuali opere di impermeabilizzazione, mediante opportuni consolidamenti.

In funzione della natura e della permeabilità del terreno, delle dimensioni del pozzo e della quota piezometrica della falda, si dovranno predisporre in accordo con la Direzione Lavori gli opportuni mezzi di esaurimento ed abbattimento della falda, quali:

- pozzetti di aggotamento adeguatamente approfonditi rispetto alle quote man mano raggiunte dallo scavo;

- pozzi preventivamente trivellati, all'interno o all'esterno del pozzo, equipaggiati con pompe sommerse a funzionamento automatizzato.
- eventuali opere atte a limitare gli emungimenti (tipo tute o paratie impermeabili).

La potenzialità degli impianti di aggotamento, la quota di regolazione forzata della falda e le installazioni di servizio del pozzo dovranno essere tali da garantire l'evacuazione in sicurezza del personale addetto alle lavorazioni sul fondo del pozzo nel caso di interruzione improvvisa dell'alimentazione di energia elettrica.

Nel pozzo di fondazione potranno anche essere previste opere definitive di drenaggio, quali:

- bande o teli filtranti interposti tra il terreno ed il rivestimento;
  - dreni perforati provvisti di tubi microfessurati eseguiti a partire dall'interno del pozzo;
  - perforazioni o cunicoli per l'alloggiamento delle condutture di recapito delle acque drenate;
- secondo le indicazioni progettuali.

La geometria dell'opera, la classe del conglomerato cementizio da impiegare nelle diverse parti, le armature metalliche ed il grado di finitura delle superfici di ripresa o eventualmente in vista, dovranno essere conformi alle indicazioni del progetto.

Nel caso di pozzi abbinati, i rivestimenti potranno risultare per un tratto a contatto oppure in comune ed attraverso essi si potrà rendere necessario il passaggio di traversi di collegamento in conglomerato cementizio.

Qualora durante le fasi di scavo si manifestino rilasci o cavità lungo le pareti, l'Impresa dovrà provvedere tempestivamente a sua cura e spese, ad eseguire iniezioni di intasamento con le modalità che saranno via via indicate dalla Direzione Lavori.

Allorché il pozzo viene impostato su un terreno in pendio molto acclive potrà essere richiesto dal progetto che la parte sommitale del rivestimento (edicola) venga conformata a becco di flauto in modo tale da assecondare la morfologia locale.

In funzione delle locali condizioni di stabilità, l'edicola potrà essere realizzata o preliminarmente mediante struttura non vincolata al pozzo o per sottomurazione dei primi anelli ad altezza variabile (massima a monte e minima a valle).

Nel caso l'edicola venga realizzata preliminarmente all'esecuzione del pozzo, previo sbancamento, della struttura.

L' Impresa dovrà provvedere all'immediato rinterro a tergo .

## **2.0 Controlli**

L'esecuzione di ciascun pozzo comporterà la registrazione delle seguenti indicazioni su apposita scheda compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori:

- dimensioni e caratteristiche del pozzo;
- modalità esecutive;
- caratteristiche della falda;
- stratigrafia dettagliata dei terreni attraversati corredata, dove richiesto, da documentazione fotografica;
- descrizione delle eventuali situazioni anomale e dei relativi provvedimenti adottati (iniezione di intasamento,
- descrizione delle eventuali opere di drenaggio poste in opera.

Per quanto riguarda i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate nella sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

Per quanto riguarda gli scavi valgono le indicazioni riportate nella sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

ART. 12

*CASSONI*

## INDICE

1.1 - GENERALITÀ

1.2 - MODALITÀ DI SCAVO ED AFFONDAMENTO

1.3 - MODALITÀ DI RIEMPIMENTO

2.0 - CONTROLLI

### **1.1 Generalità**

Nell'esecuzione di tale tipologia di lavoro, l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni del D.P.R. n. 321 del 20 marzo 1956, "Norme per la prevenzione degli Infortuni e l'Igiene del lavoro nei Cassoni ad Aria Compressa", nonché a tutte le prescrizioni di Legge emesse in materia di igiene del lavoro e prevenzione infortuni (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc).

I lavori verranno eseguiti sotto la sorveglianza di un capo squadra di provata capacità, e di un suo sostituto, sempre presente.

L'entrata e l'uscita dai cassoni verranno regolate da un guardiano esperto, il quale non lascerà il suo posto finché tutte le persone non siano uscite dalla campana.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere la verifica di campane, calate, condotte e serbatoi, mediante prova con aria, oppure con acqua, a pressione 1.5 volte maggiore di quella di esercizio e comunque non inferiore a 0.3 N/mm<sup>2</sup>.

L'Impresa provvederà a tutto quanto necessario perché la Direzione Lavori e le maestranze addette ai lavori possano accedere in ogni momento alla camera di lavoro in condizioni di sicurezza.

A tal fine, sarà cura ed onere dell'Impresa provvedere all'accertamento dell'idoneità fisica, in relazione alle condizioni esistenti all'interno dei cassoni, di tutto il personale, incluso quello operante per conto dell'Ente (Direzione Lavori) o per conto di Enti diversi.

### **1.2 Modalità di scavo ed affondamento**

L'Impresa sarà l'unica responsabile del buon funzionamento degli apparecchi di compressione e della condotta dell'aria, della loro stabilità e di quella di tutti i mezzi d'opera ausiliari.

La profondità da raggiungere, presunta in progetto, potrà essere modificata anche in corso di lavoro, previa verifica ed approvazione da parte del progettista, in funzione delle formazioni geologiche incontrate nello scavo, oppure di altre circostanze che venissero in luce.

L'affondamento del cassone va realizzato con regolarità evitando scossoni od inclinazioni, mediante il peso dello stesso e delle murature.

I cassoni cellulari, o comunque alleggeriti, potranno essere zavorrati con materiale che verranno rimossi integralmente ad affondamento ultimato.

Eventuali deviazioni o deformazioni andranno riparate con criteri di cui l'Impresa dovrà preventivamente informare la Direzione Lavori.

### **1.3 Modalità di riempimento**

Raggiunto l'affondamento prescritto verrà spianato il fondo dello scavo ed avrà inizio il riempimento della camera di lavoro, da realizzare con calcestruzzo di fondazione avente basso rapporto acqua/cemento, a strati orizzontali spessi non più di cm 30, vibrato con cura fino a riempire tutti i vuoti.

La pressione dell'aria nell'interno del cassone, durante il riempimento dovrà essere mantenuta ad un livello tale da impedire l'ingresso dell'acqua.

L'Impresa dovrà adottare tutte le cautele ed i provvedimenti a suo giudizio necessari per assicurare l'incassatura del calcestruzzo contro il soffitto della camera di lavoro, nonché ogni opera che eviti cedimenti del soffitto stesso, e garantisca che non rimangano vani nel masso di fondazione.

Le calate dovranno essere riempite con calcestruzzo.

Qualora debbano essere costruiti più cassoni affiancati, l'Impresa adotterà ogni accorgimento perché le pareti affiancate aderiscano quanto meglio possibile l'una all'altra, eventualmente anche a mezzo iniezioni di cemento.

## **2.0 Controlli**

Prima della posa in opera di tale tipologia di fondazione, l'Impresa dovrà:

- presentare un piano dettagliato di lavoro sulle modalità di realizzazione e sul sistema di conduzione dei lavori.
- Tale piano dovrà essere in accordo con le disposizioni riportate nel D.P.R. n. 321 del 20 marzo 1956, "Norme per la prevenzione degli Infortuni e l'Igiene del lavoro nei Cassoni ad Aria Compressa" nonché a tutta la normativa vigente in materia di Prevenzione Infortuni ed Igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.).
- Effettuare un collaudo preventivo di tutte le apparecchiature impiegate, ad una pressione di prova pari a 1,5 volte quella di esercizio e comunque non minore di 0,3 N/mm<sup>2</sup>.
- Accertarsi della qualifica del personale impiegato, per i lavori in cassone ed ottenere le certificazioni mediche di idoneità del suddetto personale.
- Produrre le certificazioni di revisione e taratura delle attrezzature di compressione dell'aria.

**Tale documentazione dovrà essere trasmessa alla Direzione Lavori.**

In corso d'opera, si dovrà controllare che l'accesso ai cassoni sia sorvegliato e regolamentato da personale qualificato.

Nel caso si preveda di modificare la profondità di imposta della fondazione, rispetto a quella di progetto, si dovrà comunicare la variazione alla Direzione Lavori, mediante la trasmissione di un rapporto documentato e preventivamente approvato per iscritto dal Progettista dell'opera.

In fase di riempimento, si deve controllare che:

- il calcestruzzo impiegato sia gettato su strati di spessore massimo pari a 30 cm;
- la pressione dell'aria all'interno del cassone sia tale da evitare ingresso di acqua esterna.

Tali controlli dovranno essere riportati su apposita scheda, per ogni cassone posto in opera.



ART. 13

GALLERIA

## INDICE

1.0	GENERALITA'
1.1	Prescrizioni tecniche particolari
1.1.0	Scavi
1.1.1	Scavi a cielo aperto
1.1.2	Scavi a foro cieco
1.1.2.1	Classificazione dello scavo
1.1.2.2	Scavo di cunicolo con fresa integrale a testa rotante
1.1.2.3	Rilievo geologico-strutturale, geomeccanico e geotecnico in cunicolo pilota
1.1.2.4	Scavo di galleria in presenza di cunicolo
1.1.2.5	Scavo di gallerie a doppio fornice
1.1.2.6	Scavo di pozzi di aerazione
1.1.3	Armature provvisionali
1.1.3.1	Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate, scalette di rinforzo
1.1.3.2	Ancoraggi
1.1.3.2.1	Prove di carico su ancoraggi
1.1.3.3	Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato
1.1.3.4	Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato
1.1.3.5	Rivestimento di seconda fase in conglomerato cementizio gettato in opera
1.1.3.6	Casseforme
1.1.4	Drenaggi
1.1.4.1	Canalette di raccolta
1.1.4.2	Tubi drenanti microfessurati
1.1.4.3	Impermeabilizzazione di gallerie
1.1.4.3.1	Impermeabilizzazione con guaina in PVC
1.1.5	Interventi di consolidamento
1.1.5.1	Consolidamento del fronte di scavo con tubi in vetroresina
1.1.5.2	Consolidamento del terreno al contorno dello scavo mediante iniezione di miscele cementizie
1.1.5.3	Presostegno mediante infilaggi
1.1.5.4	Consolidamento del terreno mediante trattamenti colonnari (jet-grouting)
1.1.5.4.1	Armatura delle colonne

- 1.1.5.5 Precontenimento mediante volta continua in elementi tronco-conici (pretaglio)
- 1.1.5.5.1 Conglomerato cementizio proiettato per la realizzazione di elementi tronco-conici (pretaglio)
- 1.1.6 Gallerie con scavo eseguito completamente a cielo aperto
- 1.1.7 Gallerie con scavo eseguito solo parzialmente a cielo aperto
- 2.0 SPECIFICHE DI CONTROLLO
- 2.1 Disposizioni generali
- 2.2 Scavi a cielo aperto
- 2.3 Scavi a foro cieco
- 2.4 Controlli tenso-deformativi
- 2.4.1 Monitoraggio in corso d'opera
- 2.4.1.1 Interpretazione e verifica in corso d'opera
- 2.4.2 Monitoraggio in fase di esercizio
- 2.5 Centine metalliche, reti di acciai a maglie elettrosaldate e scalette di rinforzo
- 2.6 Ancoraggi
- 2.7 Conglomerato cementizio proiettato
- 2.8 Conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato
- 2.9 Conglomerato cementizio gettato in opera
- 2.10 Drenaggi
- 2.11 Impermeabilizzazioni
- 2.12 Consolidamento del fronte di scavo con barre in vetroresina
- 2.13 Iniezioni
- 2.14 Infilaggi
- 2.15 Jet-grouting
- 2.16 Precontenimento mediante volta continua in elementi tronco-conici (pretaglio)

## 1.0 Generalità

Si intendono comprese in questa categoria di lavoro le gallerie naturali e quelle artificiali.

Le gallerie naturali sono quelle definite come manufatti eseguiti a "foro cieco", (comprendendo anche le gallerie esistenti in ampliamento) mentre quelle artificiali sono definite come manufatti realizzati totalmente o parzialmente dall'esterno e successivamente ritombati.

Le tipologie di intervento comuni ad entrambe le categorie sono:

- scavi
- consolidamenti
- drenaggi
- priverestimenti
- impermeabilizzazioni
- rivestimenti

Le prescrizioni della presente sezione si applicano a tutte le opere in sotterraneo quali: gallerie ed opere connesse (intervia, nicchie, nicchioni; etc.) cameroni,, finestre di accesso, cunicoli, pozzi di areazione, etc.

Il progetto esecutivo, sulla base di ampia campagna di accertamenti tecnici, dovrà individuare "tratte omogenee" di galleria per caratteristiche geologico-tecniche ed idrauliche, e per ogni tratta, riportati in "sezioni tipo", gli schemi di intervento.

La descrizione delle Sezioni Tipo, deve essere esauriente, univoca, ed individuata nelle tipologie e nella quantità di applicazione, e non deve lasciare indeterminazione per la immediata applicabilità esecutiva.

In fase esecutiva la Direzione Lavori provvederà, in contraddittorio con l'Impresa, alla verifica delle "classi di scavo", sulla base dell'effettivo comportamento tenso-deformativo del cavo.

L'Impresa è tenuta ad adottare a propria cura e spese tutti gli accorgimenti e le cautele necessarie per garantire la sicurezza dei lavori e l'incolumità delle persone.

Sarà tenuta alla scrupolosa osservanza di tutte le Norme di sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo, facendo riferimento al D.P.R. 20/03/1956 n°320, e al D.P.R. 09/04/1959 n° 128 e successive modifiche, ed a quanto disposto dal D. Lgs. la 626/94 e dal D. Lgs. 494/96.

L'Impresa pertanto, dovrà perseguire a sua cura e spese, nella misura adeguata alle singole circostanze, secondo propri criteri e sotto la propria diretta responsabilità tutti quei provvedimenti necessari al rispetto delle Norme suddette, inclusi tra essi in particolare la ventilazione, l'illuminazione dei cantieri di lavoro, etc..

### 1.1 Prescrizioni tecniche particolari

#### 1.1.0 Scavi

Con il termine "scavi" si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi a cielo aperto o a foro cieco in terreni, rocce o materiali di qualsiasi natura.

Gli scavi si suddividono in:

- scavi a cielo aperto
- scavi a "foro cieco"

Tali scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e ove necessario con l'impiego di esplosivi.

##### 1.1.1. Scavi a cielo aperto

Con tale denominazione, si vogliono comprendere tutti gli scavi necessari per la costruzione di gallerie artificiali le quali possono essere realizzate mediante:

- scavi eseguiti completamente a cielo aperto
- scavi eseguiti parzialmente a cielo aperto.

Dopo la realizzazione dei manufatti, dovrà essere ricostituito il profilo preesistente del piano campagna.

Nel caso in cui il livello di ricoprimento da eseguire sia incompatibile con la tipologia dei manufatti realizzati, si provvederà ad un rinterro che modifichi il piano di campagna preesistente od, in alternativa, si realizzeranno delle solette intermedie in maniera da ridurre il livello di ricoprimento dell'impalcato.

La soluzione da adottare dovrà essere conforme a quanto previsto dal progetto.

Ove l'Impresa ravvisasse l'opportunità di modificare le soluzioni indicate dal Progettista, dovrà sottoporre le modifiche che intende realizzare all'approvazione della DL e dello stesso Progettista.

Per quanto applicabili, nell'esecuzione degli scavi dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di cui alla sezione Movimenti di terra, del presente Capitolato.

##### a) Scavo completamente a cielo aperto

L'impiego di tale soluzione è subordinata alla possibilità della realizzazione di uno scavo completo dal piano di campagna sino al piano di imposta della fondazione del manufatto da realizzare.

Il tutto dovrà essere compatibile con la situazione ambientale e le caratteristiche geotecniche dei materiali interessati.

#### b) Scavo parzialmente a cielo aperto

L'impiego di tale soluzione è subordinata alla possibilità di non poter realizzare lo scavo completo sino al piano di posa della fondazione del manufatto da realizzare, sia in relazione della particolare situazione ambientale, sia in relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati.

Tale metodologia di scavo, si limiterà alla costruzione della soletta di copertura o alle relative spalle di sostegno, a secondo delle previsioni progettuali.

Il completamento dello scavo, verrà realizzato asportando il terreno al di sotto della soletta.

In tutti gli scavi che verranno eseguiti con l'impiego di esplosivo, dovrà essere adottato il sistema di sparo a profilatura controllata, così da ottenere profili di scavo regolari e ridurre il disturbo dei materiali circostanti.

Dopo la volata, le pareti dovranno essere disgiunte con la massima cura.

### 1.1.2. Scavi a foro cieco

Con tale denominazione vengono racchiusi gli scavi eseguiti per la costruzione di gallerie naturali, nuove od in ampliamento.

Gli scavi in sotterraneo non potranno essere effettuati se preliminarmente non si è assicurata la stabilità degli imbocchi della galleria.

Gli scavi potranno essere effettuati in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, costituiti anche da materiali eterogenei e comunque sciolti.

La scelta della tecnica di scavo dovrà essere basata su una corretta ed esaustiva valutazione di tutti gli aspetti tecnici, economici e temporali, connessi con le operazioni di avanzamento.

La metodologia di scavo, così come la tipologia dei rivestimenti di prima fase e degli eventuali consolidamenti, etc., dovranno essere definiti in sede progettuale.

In sede progettuale si dovrà inoltre definire una tavola dove dovrà essere riportato il profilo geotecnico longitudinale della galleria, in cui dovranno essere indicate le seguenti specifiche tecniche:

- le classi di scavo;
- il modello geotecnico e le relative leggi costitutive a cui fare riferimento, nonché l'eventuale comportamento reologico;
- i parametri geotecnici, pertinenti a ciascuna zona o tratta geotecnicamente omogenea;
- stato tensionale originario in sito;
- la circolazione idrica sotterranea in condizioni stazionarie e dinamiche, ed eventualmente superficiale;
- la previsione sul comportamento della galleria in termini di stabilità e la risposta deformativa, in presenza dei rivestimenti e degli eventuali interventi di miglioramento, rinforzo e di stabilizzazione, in corrispondenza delle sezioni tipo individuate lungo il tracciato per zone o tratti geotecnicamente omogenei, quantificando i seguenti parametri:
  1. luce libera dello scavo, intesa come massima lunghezza di scavo non sostenuta;
  2. convergenza totale del cavo, ed in particolare del rapporto tra la stessa convergenza e la dimensione equivalente della galleria;
  3. gradiente di deformazione, inteso come convergenza della galleria nell'unità di tempo;
  4. condizione di stabilità del fronte di scavo, in relazione allo sviluppo dei possibili fenomeni di instabilità per estrusione o scivolamento lungo superfici di geometria più o meno complessa.

Con il termine "convergenza totale del cavo" si intende la convergenza diametrale valutata considerando come zero la misura effettuata su capisaldi (installati in modo solidale con il terreno o posti sul rivestimento di prima fase, previsto dalla classe di appartenenza), che si trovano ad una distanza dal fronte non superiore a 100 cm, fino al momento del getto del rivestimento definitivo.

Con il termine "diametro della sezione di scavo", viene ad intendersi il diametro di una sezione circolare di area pari all'area della sezione totale di scavo, compreso l'eventuale arco-rovescio.

In zone di particolare difficoltà di avanzamento dello scavo, la Direzione Lavori può ordinare che lo scavo sia preceduto da uno o più fori esplorativi, di diametro non inferiore ai 10 cm, e per la profondità ritenuta necessaria, al fine di individuare eventuali anomalie e definire gli interventi idonei all'avanzamento.

All'interno del foro esplorativo e/o in corrispondenza del fronte di scavo, la Direzione Lavori potrà ordinare di effettuare rilievi ed ulteriori indagini, che si ritenessero idonee allo scopo nonché di prelevare campioni.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere verbalizzate e documentate.

Il piano di monitoraggio così come previsto in progetto, sarà predisposto a cura dell'Appaltatore e sottoposto alla D.L. per l'approvazione.

Gli scavi in sotterraneo dovranno rispettare il programma dei lavori, approvato dalla Direzione Lavori, dove l'Impresa dovrà tenere conto anche delle interruzioni dei cicli di lavoro e dei fermi di cantiere.

Nel progetto esecutivo dovranno essere indicate tutte le precauzioni, limitazioni, mezzi di sostegno provvisori, consolidamenti, attrezzature e modalità esecutive che si ritengano idonee al fine di non danneggiare le proprietà di

terzi (immobili, acquedotti, elettrodotti, cavidotti, viadotti, altre opere in sotterraneo, etc.) che vengano ad essere interessate e/o sottopassate dai lavori stessi.

L'Impresa resta comunque responsabile di ogni eventuale danno che dovesse derivare a persone o a cose anche di terzi in dipendenza dell'inosservanza delle precauzioni e cautele di cui sopra e in nessun caso potrà addurre, a diminuzione della propria responsabilità, il fatto di non aver ricevuto ordine dalla Direzione Lavori.

Negli scavi eseguiti con l'impiego di esplosivo, si dovrà adottare il sistema a profilatura controllata, così da ottenere sezioni di scavo regolari e di ridurre al tempo stesso il disturbo ai materiali circostanti.

Pertanto, in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati, si dovrà definire la distribuzione e la profondità dei fori da mina, l'entità delle cariche di esplosivo ed il frazionamento dei tempi.

Dovrà essere predisposto a cura dell'Impresa un apposito monitoraggio per salvaguardare l'integrità dei manufatti esistenti in prossimità del cavo o di limitare le vibrazioni in manufatti adiacenti e/o sovrastanti il cavo stesso, l'Impresa, dovrà attuare, coordinandole con la DL, specifiche limitazioni nell'impiego di esplosivi. L'impiego di esplosivo non è comunque consentito nelle gallerie a doppio fornice ove uno dei due è già realizzato o sotto traffico.

Tali limitazioni possono essere così riassunte:

- scavo eseguito solo con l'impiego di microcariche ritardate, mediante volate ad abbattimento controllato;
- scavo eseguito solo con l'impiego di mezzi meccanici, compreso la fresa ad attacco puntuale, o con altri mezzi speciali, ma con assoluto divieto dell'uso di esplosivi.

Nell'ordinario avanzamento con l'impiego di esplosivi, subito dopo ogni volata le pareti dello scavo saranno disgiunte con la massima cura e ciò sia in prossimità del fronte di scavo che a distanza da esso.

Qualora, anche per motivi indipendenti dalla volontà dell'Impresa, la sezione di scavo risultasse inferiore a quella di progetto, l'Impresa dovrà riprendere lo scavo a sua cura e spese con fori e cariche di esplosivo rapportate all'ottenimento della sezione di progetto o con qualsiasi altro mezzo ritenuto idoneo.

Il fuori-sagoma massimo consentito non dovrà comunque eccedere quello indicato nello schema di figura, valido nel caso di metodo di scavo tradizionale con esplosivo o con mezzi meccanici, anche in presenza di materiale sciolto.

La distanza  $D$  tra il perimetro teorico di uno scavo definito in progetto e la linea limite  $G$  oltre la quale non può estendersi il perimetro effettivo dello scavo sarà definita dalle seguenti formule:

Avanzamento con esplosivo

$$D = 0.07 \sqrt{A}, \text{ con valore limite } D_{\max} \text{ non superiore a } 0.4 \text{ m}$$

Avanzamento con fresa meccanica ad attacco puntuale

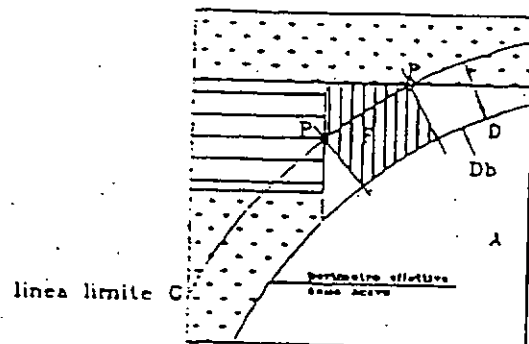
$$D = 0.05 \sqrt{A}, \text{ con valore limite } D_{\max} \text{ non superiore a } 0.4 \text{ m}$$

Avanzamento con materiale sciolto

$$D = 0.07 \sqrt{A}, \text{ con valore limite } D_{\max} \text{ non superiore a } 0.4 \text{ m}$$

essendo  $A$  la superficie teorica dello scavo individuata dall'intero perimetro teorico.

- A: superficie teorica dello scavo dell'intero profilo.  
D: distanza tra il perimetro teorico dello scavo e la linea limite  $G$ .  
Db: diametro di perforazione utensili usurati.  
F: superficie considerata per la remunerazione del sovraprofilo geologico.  
P: punto d'intersezione della linea limite  $G$  con il perimetro effettivo dello scavo



Fuori sagoma massimo consentito.  
(SIA, 1993, modificato)

s  
a  
g  
o  
m

Nella eventualità che gli scavi procedano a sezione parzializzata, l, o nel caso di allargamento di galleria esistente, la successione operativa dello scavo (strozzo, piedritti, arco-rovescio), dovrà essere tale da evitare fenomeni di instabilità o deformazioni inammissibili del cavo.

I piedritti, quando eseguiti per sottomurazione del rivestimento di calotta, dovranno essere costruiti a campioni di lunghezza non superiore a 5 m, e alternativamente su ciascun paramento ed opportunamente sfalsati.

L'arco-rovescio, nelle classi di scavo che lo impongono, dovrà essere realizzato preferibilmente ad una distanza dal fronte non superiore a 3 diametri, e comunque si dovranno rispettare le indicazioni fornite dal progetto esecutivo, dove con diametro della sezione di scavo si intende quanto già riportato in precedenza.

In presenza di venute di acqua, compresi gli stillicidi, l'Impresa è tenuta ad eseguire prelievi ed analisi sistematiche, anche ripetute nel tempo, al fine di accertare l'eventuale aggressività delle acque stesse.

In presenza di acque aggressive e/o inquinanti, l'Impresa dovrà predisporre i trattamenti previsti a Norma delle vigenti leggi in materia.

Le acque che si raccolgono negli scavi in galleria, anche se proveniente da lavorazioni di cantiere, e per qualsiasi volume, dovranno essere allontanate con opportuni mezzi, sicuri ed idonei, a cura e spese dell'Impresa, senza che ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento e nessun danno alle opere in costruzione.

Si dovrà evitare la formazione di ristagni d'acqua, di qualunque provenienza, sul piano di scavo, ed in particolare nelle zone di appoggio del rivestimento provvisorio o del rivestimento definitivo, per prevenire eventuali fenomeni di rammollimento o degradazione dei materiali costituenti il suddetto piano d'appoggio e non innescare instabilità degli scavi e/o cedimenti delle strutture.

Per i sollevamenti meccanici l'Impresa dovrà predisporre adeguate riserve di attrezzature e forza motrice, in modo che, in qualsiasi eventualità, il servizio non subisca alcuna interruzione.

Le acque di infiltrazione e le sorgenti incontrate nella escavazione delle gallerie, dei cunicoli pre-forati e degli eventuali pozzi di aerazione, dovranno essere convogliate, attraverso appositi collettori, fino ai recapiti previsti in progetto o prescritti dalla DL.

Per le acque di infiltrazione da piedritti e calotta in galleria e dalle pareti degli eventuali pozzi di aerazione, l'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà provvedere alla captazione ed al convogliamento a tergo delle murature di rivestimento e dell'impermeabilizzazione, fino ai collettori.

Quando la DL lo riterrà opportuno, allo scopo di agevolare la captazione e lo scolo di eventuali acque d'infiltrazione, potrà ordinare l'esecuzione del rivestimento per campioni, lasciando intervalli da rivestire in un secondo tempo.

L'Impresa è tenuta a segnalare tempestivamente ogni venuta d'acqua di qualsiasi portata, che si manifestasse in galleria o nel cunicolo preforato, ed a prelevarne i campioni su cui verranno, a cura e spesa dell'Impresa, e sotto il controllo della DL, eseguite le analisi del caso.

I provvedimenti da adottare dovranno essere effettuati tenendo conto sia delle precedenti analisi sia della situazione idrogeologica della zona interessata dagli scavi, con particolare riguardo alla permeabilità "in grande" dell'ammasso e alle possibili modifiche dei flussi idrici sotterranei conseguenti alla costruzione della galleria.

### 1.1.2.1 Classificazione dello scavo

Le gallerie a foro cieco, saranno classificate in funzione della risposta deformativa della cavità, facendo riferimento anche a quelle che sono le condizioni di stabilità al fronte di scavo.

Per completezza di documentazione, si dovrà comunque provvedere al rilevamento geologico-geomeccanico del fronte di scavo, come utile elemento di supporto per la definizione delle classi.

#### Classi di scavo

Ove si intenda ricorrere al metodo di scavo tradizionale (intendendo per tradizionale il metodo di scavo con esplosivo o con mezzo meccanico ed attacco puntuale/escavatore, martellone, fresa puntuale), senza l'impiego di macchine di scavo continuo ed integrale, la previsione progettuale potrà essere esposta convenzionalmente con riferimento alle seguenti classi di scavo:

**CLASSE I:** ammasso roccioso continuo, a comportamento prevalentemente elastico, con lievi o nulli fenomeni di instabilità locale di blocchi.

Lo scavo avviene con esplosivo o con mezzi meccanici, con luce libera di scavo (sfondo) considerevole (maggiore o uguale a 3 m), ricorrendo a interventi di tipo precauzionale quali bullonatura puntuale, betoncino proiettato di spessore dell'ordine di 5 cm, eventuali centine leggere.

In tali condizioni la convergenza totale del cavo rimane di ordine millimetrico ed il gradiente di deformazione, entro la prima settimana dallo scavo, è inferiore a 0.5 mm/giorno, e il fronte di scavo è stabile.

Il rivestimento definitivo può essere gettato ad una distanza dal fronte sino a 100 m..

**CLASSE II:** ammasso roccioso discontinuo, da debolmente a mediamente fratturato, in presenza di coperture medio-basse, per cui lo stato di sforzo indotto è di entità limitata e la roccia intorno allo scavo rimane in condizioni pressoché elastiche.

Lo scavo avviene con esplosivo o con mezzi meccanici, con luce libera di scavo (sfondo) non inferiore a 2 m; gli interventi necessari, da porre in opera immediatamente dopo l'apertura del cavo, consistono in bullonatura puntuale, betoncino proiettato di spessore dell'ordine di 5-10 cm, eventuali centine leggere.

In tali condizioni, la convergenza totale del cavo rimane di ordine millimetrico, il gradiente di deformazione, entro la prima settimana dallo scavo, è inferiore a 0.5 mm/giorno, e il fronte di scavo si presenta stabile.

Il rivestimento definitivo può essere gettato ad una distanza dal fronte sino a 100 m.

**CLASSE III:** ammasso roccioso discontinuo, in presenza di alte coperture, per cui lo stato di sforzo indotto nell'intorno del cavo è tale da creare una fascia plastica significativa, comunque di estensione non superiore al raggio di scavo.

Lo scavo avviene principalmente con mezzi meccanici o con esplosivo, con luce libera di scavo (sfondo) inferiore a 2 m; risulta necessario ricorrere a centinatura medio-pesante, anche di tipo deformabile, ed alla posa di betoncino proiettato armato; gli interventi di confinamento sul contorno, in genere necessari, consistono in chiodatura sistematica mediante barre cementate od elementi ad attrito.

In tali condizioni i valori massimi di convergenza, prima del getto del rivestimento definitivo (equivalente alla convergenza totale o quasi del cavo), sono compresi tra 1/100 e 1/200 del diametro equivalente del cavo ed il gradiente di deformazione rimane inferiore a 0.5 mm/giorno dopo 4 settimane dallo scavo. Il fronte rimane globalmente stabile e comunque non determinante sulla scelta del metodo di scavo.

Il getto del rivestimento definitivo avviene quando si sia raggiunto un gradiente di deformazione non superiore a 0.5 mm/giorno e comunque decrescente nell'ultima settimana prima del getto.

**CLASSE IV:** ammasso continuo o assimilabile (per lo stato di fratturazione) ad un mezzo continuo. Lo stato di sforzo indotto nell'intorno del cavo, dopo l'apertura della sezione di scavo, è tale da creare una fascia plastica di estensione superiore al raggio della galleria. Lo scavo avviene principalmente con mezzi meccanici (principalmente escavatore) ricorrendo, nelle zone maggiormente lapidee, a martellone od a locali cariche di esplosivo; lo sfondo risulta compreso tra 1 e 2 m; è necessario ricorrere a centinatura medio-pesante ed a betoncino proiettato armato.

In tali condizioni la convergenza totale del cavo è generalmente compresa tra 1/100 e 1/50 il diametro equivalente dello scavo ed il gradiente di deformazione, inferiore a 0,5 mm/giorno, che viene generalmente raggiunto in tempi più lunghi rispetto a quelli indicati per la classe III. In presenza di ammassi lapidei il fronte è mediamente stabile; in terreni argillosi i fenomeni di estrusione al fronte hanno entità limitata.

Il getto del rivestimento definitivo avviene ove si sia raggiunto un gradiente di deformazione non superiore a 0.5 mm/giorno nell'ultima settimana prima del getto.

**CLASSE Va:** condizioni difficili, caratterizzate dalla presenza di terreni e ammassi rocciosi spingenti e/o rigonfianti. Il comportamento spingente si manifesta con grandi deformazioni (convergenza) dipendenti dal tempo e concomitante sviluppo di zone plastiche intorno al cavo aventi estensione superiore al diametro dello scavo;

la convergenza totale del cavo diventa superiore a 1/50 il diametro equivalente della galleria. Il comportamento rigonfiante si manifesta in rocce il cui contenuto mineralogico è tale da causare cambiamenti fisico-chimici in presenza d'acqua, che avvengono con aumento di volume. Nel caso più frequente in cui si abbia la presenza di minerali argillosi espansivi (smectite, illite, montuorilioneite) il rigonfiamento risulta associato ad una percentuale di questi minerali superiore al 25% sul totale o superiore al 50% sulla frazione minore di 2 m.

Lo scavo avviene con mezzi meccanici e luce libera molto limitata; sono necessari interventi preventivi di confinamento del fronte e delle pareti di scavo; a seguito dell'apertura del cavo si rende necessario ricorrere alla posa in opera di centinatura medio-pesante, eventualmente del tipo deformabile ed estesa all'arco rovescio, con bentoncino proiettato armato. Qualora si adotti lo scavo a piena sezione, la posa del rivestimento definitivo avviene iniziando dall'arco rovescio, a ridosso del fronte e possibilmente in unica fase con la muretta. Entrambi questi elementi strutturali sono armati e l'arco rovescio è in particolare dotato di accentuata curvatura. Il completamento del rivestimento definitivo (piedritti e calotta) avviene a distanza dal fronte tale da riscontrare un gradiente di convergenza non superiore a 1 mm/giorno misurato alle reni.

**CLASSE Vb:** condizioni difficili, caratterizzate dalla presenza di terreni sciolti (sabbie, cataclasi totalmente incoerenti, terreni sciolti in presenza di forte battente idraulico, ecc), non coesivi, instabili a breve termine. E' necessario il ricorso a interventi preventivi di miglioramento, che comportano la modificazione della costituzione e delle caratteristiche meccaniche del terreno. In ragione delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni raggiunte a seguito degli stessi interventi dovrà essere indicata la nuova classe di appartenenza, comunque compresa tra a classe I e la classe IV.

Si ricorda che:

D = diametro equivalente dello scavo.

I valori della luce libera di scavo, e del gradiente di deformazione sono valori riferiti ad una galleria scavata a piena sezione avente sezione di scavo dell'ordine di 90-110 m<sup>2</sup>.

### 1.1.2.2 Scavo di cunicolo con fresa integrale a testa rotante

Il posizionamento del cunicolo nell'ambito della sezione di scavo della galleria e relativo diametro dovranno essere conformi alle previsioni di progetto.

Il cunicolo dovrà essere atto al transito di mezzi e macchine operatrici aventi sagoma inscrivibile nella sua area e dovrà poter essere utilizzato per la ventilazione in sede di allargò della sezione di scavo.

Quando le formazioni attraversate dal cunicolo presentano problemi di instabilità, si devono eseguire a cura e spese dell'Impresa opportuni interventi di consolidamento, quali:

- ancoraggi;



- calcestruzzo cementizio spruzzato o malta a base cementizia o sintetica spruzzata;
- centine;
- impiego di armature di sostegno provvisori in pannelli metallici (Liner plates).

Lo scavo sarà eseguito con fresa integrale a testa rotante potrà essere preceduto da uno o più fori esplorativi del diametro non inferiore a 10 cm, in avanzamento per la profondità ritenuta necessaria rispetto alla testa della fresa, per individuare anomalie eventualmente presenti nell'ammasso roccioso, sacche di gas tossici o metano, acqua, ecc..

La fresa dovrà avere caratteristiche antideflagranti ed essere corredata di attrezzature e presidi atti a garantire l'incolumità delle persone e la sicurezza dei lavori in qualsiasi condizione, anche in presenza di esalazione di gas tossici o metano, ricorrendo tra l'altro a sistemi di iperventilazione.

Dovrà essere corredata inoltre di idonea strumentazione per l'acquisizione e l'analisi dei parametri di avanzamento e funzionamento della macchina di scavo installata a bordo della fresa.

Per la definizione delle prestazioni della fresa verranno di norma considerati i seguenti parametri principali:

- la velocità di avanzamento netta, ottenuta dal rapporto tra la lunghezza del passo di avanzamento ed il tempo corrispondente (m/h);
- l'energia assorbita (kWh);
- l'energia specifica, calcolata attraverso la potenza impegnata alla testa durante l'avanzamento e la produzione oraria (velocità netta moltiplicata per la sezione del cunicolo)(kWh/m<sup>3</sup>);
- la spinta sulla testa (o, che è lo stesso, sugli utensili); di norma si misura la pressione sui martinetti di spinta, la quale viene moltiplicata per un idoneo coefficiente di conversione pressione-forza di spinta;
- il numero dei taglienti sostituiti per metro di avanzamento con indicazioni delle cause;
- i tempi morti per messa in opera dei sostegni/interventi stabilizzanti; manutenzione ordinaria ed straordinaria, per cause operative (smarino), pause varie.
- progressiva (km);
- data (giorno, mese, anno).

I dati di cui sopra possono essere raccolti attraverso la scrittura su diari di cantiere, dove essi vengono registrati quali valori medi giornalieri a cura del capo-fresa o mediante registrazione continua, in forma analogica o digitale.

### 1.1.2.3 Rilievo geologico-strutturale, geomeccanico e geotecnico in cunicolo pilota

Quando la progettazione esecutiva della galleria è preceduta dallo scavo con fresa a piena sezione di un cunicolo passante (cunicolo pilota), si procederà all'esplorazione preventiva delle formazioni rocciose che saranno attraversate dalla futura galleria, acquisendo nel contempo, le indicazioni che concorrono alla caratterizzazione geologica e geotecnica dell'ammasso roccioso.

L'esplorazione dovrà avvenire con continuità e dovranno essere indagate nel dettaglio tutte le zone di omogeneità geologica e geotecnica individuate durante lo scavo e le zone che siano comunque ritenute significative in relazione alle problematiche esecutive della futura galleria.

Saranno ancora utilizzati, con opportune variazioni ed integrazioni, gli stessi mezzi di indagine (rilievi geostrutturali, perforazioni di sondaggio, rilievi di tipo geofisico) e le prove geotecniche in laboratorio ed in sito, descritti nei capitoli "sondaggi e prove in sito" e "prove di laboratorio" del presente Capitolato.

Dovranno inoltre essere acquisite ulteriori informazioni sull'ammasso roccioso mediante osservazioni e misure in corso di scavo.

I rilievi geostrutturali sono in questo caso finalizzati a dare una rappresentazione visiva, in termini qualitativi e per quanto possibile quantitativi, dell'ammasso roccioso attraversato dal cunicolo pilota e delle discontinuità via via incontrate (discontinuità principali e famiglie di discontinuità).

Si terrà conto di quanto riportato in ISRM (1978d) ed in ASTM (D4879-89).

Il rilievo geostutturale sarà eseguito con continuità e dovrà riguardare la totalità della superficie esposta, ivi compreso il piede del cunicolo, ove questo sia importante per acquisire informazioni utili nei riguardi del comportamento dell'ammasso roccioso.

Poiché le informazioni raccolte possono subire variazioni nel tempo, in funzione soprattutto della natura e delle condizioni dell'ammasso roccioso attraversato, il rilievo dovrà essere eseguito durante l'avanzamento della fresa. Non è escluso che, al fine di rendere più agevole e completo il rilievo, si debba ricorrere a pulitura con acqua e/o aria della superficie di scavo.

Tra i diversi metodi di rappresentazione grafica dei dati raccolti durante il rilievo, può essere utilizzato quello che comporta lo sviluppo dell'intera superficie di scavo su una vista piana (ASTM (D4879-89)).

A tale riguardo, anche per facilitare una corretta ricostruzione grafica in termini geometrici, sarà opportuno individuare ogni 10 m la progressiva del cunicolo pilota.

Durante l'esecuzione dei rilievi, i cui dati saranno raccolti su apposite tabelle e/o diagrammi, si dovranno in particolare riportare:

- la data di esecuzione del rilievo (per il tratto interessato);

- l'ubicazione di punti di prelievo di campioni rappresentativi, di fotografie illustrative e di zone oggetto di esame di dettaglio (eventuali schemi aggiuntivi);
- le caratteristiche delle discontinuità rilevate ed in particolare per ciascuna famiglia o sistema:
  - a) tipo
  - b) giacitura (direzione di immersione ed angolo di inclinazione)
  - c) spaziatura
  - d) continuità
  - e) planarità
  - f) scabrezza
  - g) alterazione delle pareti
  - h) copertura
  - i) riempimento

In concomitanza con gli stessi rilievi si procederà alla determinazione degli indici di classificazione dell'ammasso roccioso per zone omogenee, attraverso la determinazione dell'indice RMR (Bieniawski, 1974) e dell'indice Q (Barton et al., 1974).

Nell'uso delle classificazioni di cui sopra, basate principalmente sulla determinazione dei caratteri strutturali dell'ammasso roccioso, si dovrà tenere conto delle seguenti avvertenze:

- devono essere usate con cautela in formazioni rocciose "tenere" e comunque non sono applicabili in tutti i casi in cui i litotipi costituenti sono più prossimi alle terre che alle rocce, non possono essere applicate nei terreni;
- devono essere usate con cautela in formazioni rocciose spiccatamente anisotrope, caratterizzate da una marcata eterogeneità a scala locale;
- in zone di eterogeneità chiaramente delimitabili (è il caso del rilievo del fronte di scavo) si potrà classificare l'ammasso roccioso sulla base di valori pesati degli indici.

Si dovrà inoltre tenere conto che sui rilievi da cunicolo:

- della necessità di utilizzare stendimenti orientati;
- delle difficoltà di scegliere, una volta evidenziati e caratterizzati i sistemi di discontinuità presenti, quelli che concorrono in modo più significativo alla valutazione degli indici RMR, Q.

Con particolare riguardo al comportamento dell'ammasso roccioso allo scavo, il rilievo dovrà inoltre evidenziare:

- fuorisagoma e volumi rocciosi allentati o caduti (definendone ubicazione, profondità, cause; fornendo anche sezioni trasversali significative); zone allentate e soggette a fenomeni di rilascio tensionale (colpi di tensione);
- terreno spingente e/o rigonfiante;
- rilievi tenso-deformativi;
- tipo e numero di sostegni/interventi stabilizzanti adottati, ecc.

con riferimento alle eventuali venute d'acqua (o di altri liquidi o gas) si definiranno:

- tipo ed ubicazione (si dovranno eseguire analisi chimiche, batteriologiche, ecc.);
- portata (in termini qualitativi e quantitativi, ricorrendo a misure);
- temperatura;
- ecc.

Le perforazioni di sondaggio potranno avvenire in avanzamento rispetto al fronte, per scopi preventivi (è il caso di particolari condizioni geologico-strutturali e/o idrogeologiche, anticipate sulla base degli studi geologico-geotecnici preliminari che hanno preceduto lo scavo del cunicolo pilota) e per prelievo di campioni in asse galleria, o dietro il fronte, quando si tratterà di determinare i parametri geotecnici dell'ammasso roccioso.

Nel primo caso la macchina di scavo dovrà essere opportunamente attrezzata e sarà stata progettata tenendo conto di questo specifico scopo; nel secondo caso sarà necessario disporre di una sonda idonea ad operare in cunicolo.

Rilievi di tipo geofisico dovranno essere condotti ove possano risultare utili per la individuazione di zone di interesse ai fini dello scavo della futura galleria (zone di minore resistenza, zone di faglia particolarmente estese, zone di fratturazione, zone di carsismo, ecc.) e per prevedere il relativo comportamento tensio-deformativo.

In casi particolari, e dove siano giustificate, tali prove potranno essere eseguite in avanzamento rispetto al fronte, più frequentemente esse saranno eseguite dietro il fronte, in zone che saranno di volta in volta individuate.

Le prove geotecniche da eseguire in laboratorio, al fine di determinare i parametri geotecnici e/o geomeccanici, che concorrono alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso, comportano il campionamento del terreno e/o della roccia mediante perforazioni di sondaggio, prelevando di norma campioni davanti al fronte o in parete, tenendo conto che si dovrà essere in zone non influenzate dall'allentamento dell'ammasso roccioso dovuto allo scavo.

I campioni saranno sottoposti ad almeno tutte le metodologie di prove già condotte nel corso degli studi che hanno preceduto lo scavo del cunicolo, in modo che si possano fare opportuni confronti tra i valori dei parametri determinati nei due casi.

Sarà così possibile valutare l'esigenza di eseguire altri tipi di prove di tipo specialistico, che siano significative ai fini progettuali.

In previsione di ricorrere per lo scavo della futura galleria a mezzi di tipo meccanico (fresche a piena sezione, fresche ad attacco puntuale, demolitori idraulici ad alta energia d'urto), in aggiunta alle prove necessarie per determinare i

parametri relativi al comportamento meccanico della roccia, si ricorrerà a prove aventi lo scopo di determinare le principali caratteristiche che consentono di prevedere l'usura degli utensili di abbattimento dei vari tipi di macchine:

- (a) prove di durezza
- (b) prove di perforabilità
- (c) prove di abrasività.

Le prove geotecniche in sito saranno eseguite al contorno del foro pilota in zone preventivamente individuate e di interesse per la futura progettazione esecutiva, si procederà di norma all'esecuzione di:

- (a) prove di carico su piastra
- (b) prove con martinetti piatti
- (c) prove dilatometriche.

In casi particolari ed ove ritenuto indispensabile ai fini progettuali, si ricorrerà alla determinazione dello stato di sollecitazione originario nell'ammasso roccioso. La scelta del metodo verrà fatta in ragione delle caratteristiche geologico-strutturali dello stesso ammasso roccioso e del tipo di comportamento tensio-deformativo prevedibile.

Inoltre, ove durante l'avanzamento della fresa siano state individuate particolari condizioni idrogeologiche, si ricorrerà a prove specialistiche per la determinazione delle caratteristiche di permeabilità dell'ammasso roccioso.

L'affinamento dei valori dei parametri geotecnici individuati, potrà essere effettuato ricorrendo a tecniche di analisi a ritroso ("back analysis").

Mentre si richiamano tutte le prescrizioni e gli oneri, precedentemente riportati per lo scavo di gallerie a foro cieco, si prescrive inoltre che lo scavo dovrà essere eseguito adottando attrezzature idonee ad ottenere una sezione regolare, qualunque siano natura e condizioni delle formazioni attraversate, anche in presenza di acqua e di gas, così da evitare fornelli, frane e rilasci.

Gli oneri relativi allo scavo del cunicolo mediante fresa comprendono anche quelli per il fermo delle attrezzature di scavo dovuto a rotture, manutenzione, sostituzioni di parti, mancanza di energia, costruzione di opere provvisorie per il sostentamento delle pareti del cunicolo o per qualsiasi altra causa, gli oneri per lo smontaggio della fresa all'interno del cunicolo incluse le opere provvisorie (realizzazione di camerone, ecc.).

La Direzione Lavori, quando le formazioni attraversate dal cunicolo presentano problemi di stabilità, potrà ordinare, in accordo con il Progettista, interventi di consolidamento ed in particolare:

- armatura di sostegno costituita da pannelli metallici (liner-plates), composti da lamiera nervate preformate e curvate o da profilati NP120 calandrati in acciaio Fe360;
- esecuzione di bulloni di ancoraggio con aste in poliestere armato con fibre di vetro del diametro e lunghezza da concordare con il Progettista, completi di piastre di ripartizione e teste di bloccaggio; opportunamente ancorate nel terreno, in qualsiasi ambiente anche in presenza di acqua;
- rivestimento strutturale delle pareti di scavo eseguito con calcestruzzo proiettato armato con rete metallica, dello spessore non inferiore a 5 cm in qualsiasi ambiente, anche in presenza di venute d'acqua;

#### **1.1.2.4 Scavo in galleria in presenza di cunicolo**

Le modalità di scavo saranno scelte dall'Impresa in funzione della propria organizzazione e con le attrezzature idonee al rispetto di tutte le specifiche tecniche richieste ed indicate nel progetto.

Lo scavo potrà essere eseguito a sezione piena o parzializzata secondo le previsioni di progetto, e con le prescrizioni e gli oneri del punto riguardante gli scavi a foro cieco.

Sarà onere dell'Impresa il recupero delle armature di sostegno per lo scavo del cunicolo.

#### **1.1.2.5 Scavo di gallerie a doppio fornice**

Nel caso di gallerie a doppio fornice, lo scavo dovrà procedere a fronti sfalsati per una lunghezza pari a tre volte il diametro equivalente di scavo, salvo indicazioni diverse e giustificate dal Progettista.

Se la galleria è parietale, il fronte più avanzato deve essere quello di monte.

#### **1.1.2.6 Scavo di pozzi di aerazione**

I pozzi di aerazione potranno essere verticali o sub-verticali, di qualsiasi sezione e profondità, scavati in terreni di qualsiasi natura e consistenza, comprese le rocce dure da mina.

Lo scavo dovrà essere eseguito in tre fasi:

- le prime due con l'uso di una speciale attrezzatura operante dalla sommità del pozzo, per l'esecuzione di un primo foro pilota del diametro di circa 30 cm, attraverso il quale viene azionata una testa fresante che risalendo esegue un preforo del diametro di 2.00 - 2.50 m.  
Quest'ultimo assicura la ventilazione della zona di lavoro durante lo scavo di terza fase ed inoltre convoglia in basso il materiale di risulta per essere trasportato a rifiuto o a deposito.
- La terza fase, con l'adozione di qualsiasi mezzo di scavo, per l'esecuzione dell'allargo del preforo fino al diametro definitivo del pozzo, secondo le previsioni di progetto.

In questa fase l'Impresa dovrà impiegare tutte le attrezzature occorrenti per la esecuzione degli scavi e per la sicurezza degli addetti ai lavori, compreso una apposita struttura a chiusura del vano del preforo durante le fasi di scavo, di eventuale consolidamento e di rivestimento di prima fase delle pareti dello scavo.

Per tale lavorazione sono valide tutte le prescrizioni e gli oneri previsti per lo scavo delle gallerie a foro cieco.

Tuttavia si ribadisce che l'Impresa è la sola responsabile, sotto tutti i riguardi, della esecuzione dei lavori e dell'avanzamento degli stessi, che dovranno essere eseguiti con la massima diligenza, prudenza e perizia.

Pertanto l'Impresa in particolare dovrà:

- adottare tutti i mezzi di sostegno provvisori che si rendessero necessari;
- captare le eventuali venute di acqua e convogliarle al piede del pozzo;
- allontanare immediatamente il materiale di risulta dello scavo;
- illuminare in maniera adeguata gli ambienti di lavoro;
- rispettare le fasi e gli avanzamenti previsti dal progetto per l'esecuzione degli scavi, dei consolidamenti e dei rivestimenti del pozzo.

### 1.1.3 Armature provvisori

Sono qui di seguito riportate le principali tecnologie esecutive da impiegare per il sostegno dello scavo.

#### 1.1.3.1 Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate, scalette di rinforzo

Le centine metalliche, le reti di acciaio a maglie elettrosaldate e le scalette di rinforzo da lasciare annegate nel conglomerato cementizio, dovranno avere caratteristiche dimensionali, sagoma ed interasse conformi alle sezioni tipo del progetto esecutivo previste per le varie tratte.

Le centine metalliche saranno sagomate e collegate nei punti di giunzione tramite piastre saldate e bullonate, nonché dotate di elementi di unione, distanziatori, piastre di base, collegamenti e quanto altro occorrente per assicurare una perfetta continuità strutturale delle centine stesse.

Particolarmente curato sarà il dimensionamento dell'eventuale piastra di appoggio al piede, l'allettamento e la stabilità della superficie di appoggio, e la messa in contatto della centina con la superficie di scavo.

Eventuali vuoti presenti a tergo delle centine dovranno essere riempiti con conglomerato cementizio spruzzato o con idonei spessori, cunei od altri accorgimenti opportuni al fine di garantire la completa aderenza con la superficie di scavo delle centine.

Tutte queste lavorazioni saranno a cura e spese dell'Impresa.

In senso longitudinale, le centine saranno collegate tra loro mediante catene, realizzate mediante tondino di acciaio opportunamente sagomato avente caratteristiche non inferiore a quello costituente il profilato delle centine.

Le catene dovranno essere estese a tutto il contorno delle centine ed ad esse collegate mediante opportuni accorgimenti o saldature, così come indicato nei disegni di progetto.

Quando le centine metalliche sottendono l'armatura tronco-conica costituita dagli interventi di consolidamento lanciati in avanzamento, quali infilaggi, jet-grouting ed altri interventi di consolidamento analoghi, queste dovendo essere messe a contatto con essi e pertanto dovranno essere calandrate a profilo variabile, sia pure per gruppi, per assicurare una buona trasmissione dei carichi.

Le variazioni in altezza dovranno essere assorbite posizionando i piedi delle centine a quote diverse quando in sezione di calotta e dotandole di gambe di diversa lunghezza quando si passa a piena sezione.

Le centine realizzate mediante l'impiego di profilati a doppio t, dovranno risultare all'esterno dell'estradosso di progetto del rivestimento definitivo.

Ove la geometria dello scavo lo consentisse, le reti elettrosaldate potranno essere presagomate ed opportunamente autoancorate alle centine.

I profilati costituenti le centine metalliche dovranno essere in acciaio Fe 360 o superiore, i bulloni dovranno essere di classe non inferiore alla 8.8 - UNI 3740-74 e la lamiera sarà in acciaio di qualità non inferiore al tipo Fe 360, UNI 7070/82.

#### 1.1.3.2 Ancoraggi

Con il termine "ancoraggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte al sostegno o alla protezione di gallerie, camere di deposito o altro, realizzato successivamente allo scavo, sia esso parziale o totale, ed ottenuto tramite armature che si estendono nei terreni e nelle rocce a tergo della sezione di scavo.

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, che può essere di tipo provvisorio o permanente, si distinguono le seguenti tipologie principali di ancoraggio:

##### *Tiranti d'ancoraggio presollecitati*

Sono caratterizzati dalla presenza di una o più guaine per la protezione dell'armatura dalla corrosione.

##### *Bulloni d'ancoraggio:*

Sono caratterizzati dall'assenza di guaine, da una lunghezza generalmente non superiore a 12 m, e possono essere convenzionalmente suddivisi in:

- bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio;
- bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad "omega";
- bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile;
- bulloni costituiti da lamiere, barre o profilati infissi a pressione senza perforazione preventiva.

Le perforazioni per gli ancoraggi, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite all'esterno ovvero all'interno di gallerie e cunicoli tramite sonde a rotazione o rotoperussione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Prima di procedere alle iniezioni, l'Impresa dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e il lavaggio con getto d'acqua a pressione.

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, il tipo di miscela da iniettare in ciascun foro sarà definito dall'Impresa e concordato con la Direzione Lavori. La miscela dovrà essere preparata mediante adatto mescolatore meccanico.

Le iniezioni saranno eseguite alla pressione predeterminata in fase di progetto o qualificazione e concordata con la Direzione Lavori, tramite l'impiego di macchinari atti a raggiungere gradualmente una pressione di almeno 800 kPa.

In ogni caso durante l'iniezione si dovrà aumentare gradualmente il valore della pressione fino a raggiungere il valore predeterminato.

Qualora gli ancoraggi operino in terreni interessati dalla presenza di acque aggressive nei confronti dei cementi o dell'acciaio, gli ancoraggi saranno costituiti da materiali mutualmente compatibili, da un punto di vista elettrochimico, con le parti meccaniche dell'ancoraggio.

In particolare, sarà curata la protezione delle testate di ancoraggio e saranno utilizzate idonee iniezioni di intasamento dei fori a base di cementi ad alta resistenza chimica.

Le seguenti attività sono da considerare comprese nella realizzazione degli ancoraggi:

- le guaine, i tubi di iniezione e di sfiato, i dispositivi di bloccaggio e di fissaggio, i distanziatori, e piastre ripartitrici e di ancoraggio con i relativi accessori quali bulloni e rosette;
- il serraggio, la tesatura ed il collaudo, nonché quant'altro occorrente per la perfetta messa in esercizio degli ancoraggi;

#### *Tiranti ancoraggio presollecitati*

I tiranti presollecitati saranno costituiti da trefoli, trecce, fili o barre di acciaio armonico, e saranno atti a sopportare una forza di utilizzazione in esercizio non inferiore a 300 KN.

Tutti i tiranti saranno posti in opera completi di tubi di iniezione e sfiato, guaine, tamponi, giunzioni, distanziatori e dispositivi di bloccaggio, e di tutti gli accessori occorrenti per la perfetta messa in esercizio del tirante.

La tesatura ed i controlli dei tiranti avverranno secondo le modalità e le fasi proposte dall'Impresa e concordate con la Direzione Lavori.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- L'acciaio armonico stabilizzato possiederà le caratteristiche fissate per i corrispondenti acciai da impiegare per le strutture in cemento armato precompresso.

- Le caratteristiche del cemento saranno determinate in conformità al D.M 3.6.1968 e successivi aggiornamenti.

Saranno utilizzati solo cementi con contenuto totale di cloro inferiore allo 0.05% del peso del cemento e contenuto totale di zolfo (da solfuri S--) inferiore allo 0.15% del peso del cemento, al fine di evitare pericolo di corrosione sotto tensione.

#### *Bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio*

I bulloni ad aderenza continua saranno realizzati mediante barre in acciaio aventi diametro non inferiore a 24 mm.

La cementazione del bullone sarà effettuata mediante iniezioni di boiaccia di cemento antiritiro ovvero con fialoidi di resina epossidica, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l'aderenza del bullone al terreno per tutta la sua lunghezza.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x8 mm.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- Le barre in acciaio saranno del tipo FeB44K controllato in stabilimento.
- La composizione della miscela sarà definita dall'Impresa e concordata con la Direzione Lavori.

Nel caso di impiego di cementi speciali o resine sintetiche, dovrà essere garantita l'assenza di ioni aggressivi e l'impiegabilità nel caso specifico.

#### *Bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio sagomato ad omega*

I bulloni ad espansione meccanica con tubo di acciaio espandibile, preressinato e sagomato ad omega, saranno atti a sopportare una forza di utilizzazione in esercizio non inferiore a 10 ton.

La preressinatura sarà eseguita mediante immersione, dopo opportuna pulizia e sgrassatura, in una vernice gommosa monocomponente a base di bitume modificato (ciclizzato) e componenti attivi allo zinco.

Il foro di alloggiamento del tubo avrà diametro opportuno per ottenere la massima resistenza allo sfilamento, e l'espansione del tubo avverrà tramite acqua iniettata ad una pressione pari ad almeno 30 MPa.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x10 mm.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- I tubi espandibili presagomati ad omega dovranno avere caratteristiche minime:
- spessore non inferiore a 2 mm;

- diametro esterno in posizione ripiegata non inferiore a 25 mm, espandibile fino a 41 mm.
- L'acciaio del tubo avrà una tensione di snervamento non inferiore a  $380\text{N/mm}^2$  e un allungamento a rottura non inferiore al 35%.

*Bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile*

I bulloni ad espansione meccanica con testa di ancoraggio espandibile saranno realizzati con barre di acciaio aventi diametro non inferiore a 16 mm.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a  $150 \times 150 \times 6$  mm.

Qualora fosse ritenuto necessario, l'intasamento del foro dovrà essere fatto con iniezioni di malte cementizie o altre miscele idonee. L'acciaio dovrà avere una tensione di snervamento non inferiore a  $380\text{ N/mm}^2$  e allungamento a rottura non inferiore al 14%.

*Bulloni costituiti da lamiera, barre o profilati infissi a pressione*

Le lamiere, barre o profilati, di acciaio o di vetroresina, saranno infisse a pressione senza perforazione preventiva mediante spinta con macchinario idoneo.

In particolare, il macchinario dovrà applicare una spinta continua all'elemento ed impedire lo svergolamento dello stesso, e sarà dotato di un sistema per la registrazione continua della spinta applicata per l'infissione.

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- L'acciaio per barre sarà del tipo FeB44K controllato in stabilimento o superiore, quello per lamiere e profilati del tipo Fe 360 o superiore.
- I tubi in vetroresina avranno superficie esterna liscia o corrugata, diametro esterno non inferiore a 60 mm e spessore non inferiore a 10 mm.

La vetroresina dei tubi e dei profilati dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- peso dell'unità di volume non inferiore a  $1.8\text{ g/cm}^3$ ;
- contenuto in fibre di vetro non inferiore al 50% del peso;
- resistenza a trazione non inferiore a  $450\text{N/mm}^2$ ;
- resistenza a taglio non inferiore a  $95\text{ N/mm}^2$ ;

prima di procedere all'esecuzione degli ancoraggi, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura una serie di "ancoraggi di prova" atti a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a verificare ed eventualmente modificare, il dimensionamento degli ancoraggi previsto dal progetto esecutivo.

Tali ancoraggi non saranno utilizzabili per l'impiego successivo.

*Miscela cementizie*

Si dovrà aver cura di realizzare uno studio preliminare della miscela cementizia di iniezione che avverrà a cura dell'Impresa.

Dovrà essere effettuato con debito anticipo rispetto alla data di inizio dei lavori di consolidamento.

*Preparazione dei provini e prove sulle miscele cementizie*

Si dovranno eseguire, eventualmente in presenza della DL gli impasti di prova della miscela cementizia, secondo le indicazioni previste in progetto.

I risultati delle prove eseguite verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Su tale relazione si dovrà riportare:

- Elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo, e qualità dei medesimi;
- Certificati dei materiali costituenti la miscela di impasto;
- Tipo e dosaggio del cemento;
- Rapporti acqua/cemento;
- Tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione;
- Caratteristiche dell'impianto di confezionamento.

La documentazione dovrà essere fornita alla DL, che procederà all'eventuale approvazione.

L'approvazione tuttavia, non solleva l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle Norme vigenti.

In sede di posa in opera si dovranno effettuare le seguenti attività:

- prelievo dei campioni, per l'esecuzione di prove di compressione a rottura, che a 7 giorni e  $20\text{ °C} \pm 1$ , dovrà risultare  $\geq 15\text{ MPa}$  e del peso specifico.
- Verifica della fluidità ad ogni impasto, che mediante il cono di Marsh dovrà essere compresa tra 10 – 30 sec.
- Essudazione, dovrà essere al massimo essere pari al 2% in volume.

*Resine*

Le resine da impiegare negli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta.

Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- Le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche,
- I tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri,
- La certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione,

Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:

- Misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a 20°C
- Misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purchè determinato secondo le modalità di cui sopra.
- Misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite  $\geq 5\%$  del peso iniziale.
- Prove di resistenza a trazione delle resine indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm.).

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla DL.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Impresa.

### 1.1.3.2.1 Prove di carico su ancoraggi

Le prove di carico sugli ancoraggi si distinguono in:

- prove di carico a rottura
- prove di carico di collaudo.

Le prove a rottura dovranno essere eseguite su ancoraggi non appartenenti alla struttura da ancorare, ma eseguiti nello stesso sito e con lo stesso sistema di perforazione e di iniezione.

Le prove di carico di collaudo dovranno, di norma essere effettuate su tutti gli ancoraggi attivi realizzati.

Ove previsto dal progetto o richiesto dalla Direzione Lavori, le prove a rottura potranno essere realizzate su "ancoraggi preliminari di prova".

Tali ancoraggi sono definiti preliminari in quanto in base al loro comportamento si procede al dimensionamento definitivo degli ancoraggi da eseguire e si determina la forza di esercizio  $N^{es}$ ; le prove eseguite saranno a base del progetto degli ancoraggi.

Gli ancoraggi preliminari di prova debbono essere in ogni caso realizzati dopo l'esecuzione di quelle operazioni (scavi, riporti, mutamenti nel regime idraulico del terreno) che possono influire sulla resistenza della fondazione dell'ancoraggio.

Le prove dovranno essere eseguite da personale specializzato e nel rispetto delle norme di sicurezza. Le apparecchiature da impiegare nella esecuzione delle prove dovranno essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale.

Gli allungamenti degli ancoraggi sottoposti a prova dovranno essere misurati con riferimento ad un punto fisso esterno alla zona in cui si risentono significativamente le azioni trasmesse dall'ancoraggio stesso. Si richiedono le seguenti precisioni minime:

- per gli allungamenti: 2% dell'allungamento teorico,
- per le forze applicate: 2% della forza limite ultima dell'ancoraggio con riferimento alla prevista aderenza limite bulbo-terreno.

Per ciascun ancoraggio sottoposto a prova di carico l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la relativa documentazione completa di tabelle e grafici.

In accordo con le raccomandazioni AICAP, si adotteranno le seguenti definizioni:

### SIMBOLI

$A_s$	= area della sezione trasversale dell'armatura
$D$	= diametro convenzionale della fondazione
$E_s$	= modulo di elasticità dell'acciaio
$N$	= forza nell'ancoraggio
$N_i$	= forza di tesatura
$N_{es}$	= forza di esercizio
$N_{au}$	= forza limite ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento alla fondazione
$N_{su}$	= forza ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento all'armatura
$N'_{su}$	= forza limite ultima, con riferimento all'armatura, del primo tirante di prova
$N_o$	= forza di allineamento
$N_r$	= forza al termine della fase di prova ad "allungamento costante"
$N_c$	= forza di collaudo

*Prove di carico a rottura*

Le prove di carico a rottura, sono da realizzare su ancoraggi preliminari di prova, per ogni tipo di ancoraggio e per ogni tipo di terreno o sito.

#### *Prove di rottura sui tiranti*

Le prove di carico sui tiranti saranno di tre tipi, per ciascuno dei quali, sono previste differenti modalità.

La prova sul primo tirante ha lo scopo di determinare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra la fondazione ed il terreno, per cui si prevede una armatura sovradimensionata, ove possibile, oppure una lunghezza di fondazione ridotta, rispetto ai tiranti da eseguire, in modo da raggiungere la forza limite ultima del bulbo, senza superare il limite convenzionale elastico dell'armatura.

Il secondo tirante, dimensionato sulla scorta dei dati ricavati dal primo, ha lo scopo di determinare la forza limite ultima della fondazione  $N_{au}$ , ed è, pertanto, uguale ai tiranti da eseguire, ma è dotato della massima armatura compatibile con il diametro di perforazione previsto.

Il terzo tirante ha lo scopo, oltre che di confermare i risultati del secondo, di verificare la forza teorica di utilizzazione  $N_{es}$ , di controllare il comportamento nel tempo e di stabilire i criteri di accettazione per il collaudo dei tiranti da eseguire. Qualora i risultati ottenuti con il terzo tirante non confermassero le valutazioni tratte dal secondo, dovranno essere realizzati altri tiranti di prova; questi ulteriori tiranti sono da considerare in soprannumero rispetto al numero totale dei tiranti di prova stabilito precedentemente.

Per qualsiasi altra indicazione si farà riferimento alle Raccomandazioni AICAP.

#### *Esecuzione e prova del primo tirante*

L'armatura del primo tirante deve essere di sezione maggiore (o l'acciaio di migliore qualità) rispetto a quella di progetto, in modo tale che la forza limite ultima della fondazione  $N_{au}$  valutata con un primo dimensionamento, possa essere prevedibilmente raggiunta senza superare lo 0,9 del limite convenzionale elastico dell'armatura cementata, operando in modo da non aumentare il diametro della perforazione.

Qualora ciò non risultasse possibile, la prova verrà invece effettuata su un tirante di armatura sempre maggiorata, ove possibile, ma con fondazione di lunghezza ridotta rispetto a quella prevista nel primo dimensionamento in modo da poter raggiungere lo stesso valore di  $N_{au}$  senza superare lo 0,9 del limite convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata, con un eventuale aumento della lunghezza libera pari alla riduzione della lunghezza della fondazione onde sperimentare il terreno alla stessa profondità della fondazione del tirante definitivo.

Solo in questo caso la forza limite per i tiranti da realizzare verrà assunta convenzionalmente pari alla forza limite ultima misurata sul tirante di prova, moltiplicata per il rapporto delle lunghezze ( $L_{prog} / L_{prova}$ ).

#### *Esecuzione, prova e valutazione del secondo tirante*

Il secondo tirante di prova avrà le stesse caratteristiche dei tiranti da eseguire (diametro di perforazione, lunghezza di fondazione, ecc.) con la sola maggiorazione, ove possibile, dell'armatura, che sarà la massima compatibile con il diametro previsto per la perforazione o un'armatura di caratteristiche meccaniche superiori a quelle dei tiranti definitivi.

La prova del secondo tirante comprende le seguenti fasi:

- 1) tesatura fino ad una forza di allineamento  $N_0$  pari a  $0,1 N'su$  (dove  $N'su$  è la forza al limite caratteristico convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata); le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase.
- 2) tesatura per incrementi di carico pari a  $0,15$  di  $N'su$  (ultimo incremento pari a  $0,05 N'su$ ) fino ad una forza massima uguale a  $0,9 N'su$  (Fig.1); per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo pari a:
  - 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
  - 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
  - scarico fino alla forza  $N_0$  in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino e con misura dell'allungamento residuo.

Al termine della prova dovrà essere tracciato il diagramma forze-allungamenti.

Per terreni coesivi dovranno essere anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 2a) e l'andamento della pendenza finale  $tg$  delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 2b).

Si assume come forza limite ultima del tirante  $N_{au}$ :

- nel caso di roccia o terreno non coesivo: il massimo valore della forza applicata durante la prova anche se non si è raggiunto lo sfilamento del tirante;



- nel caso di terreno coesivo, il valore della forza per cui il diagramma di Fig. 2b presenta una evidente variazione di pendenza; o il massimo valore della forza applicata qualora non sia raggiunta, nel corso della prova, tale situazione.

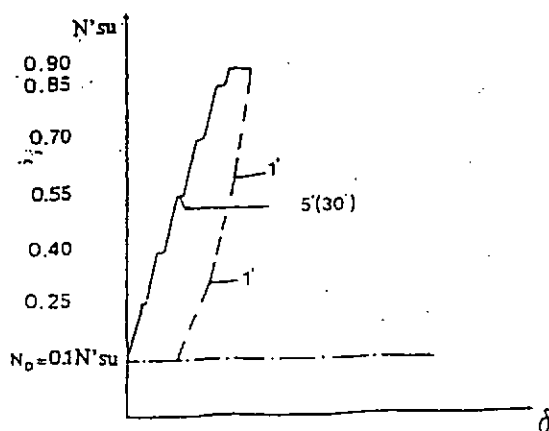


Fig.1

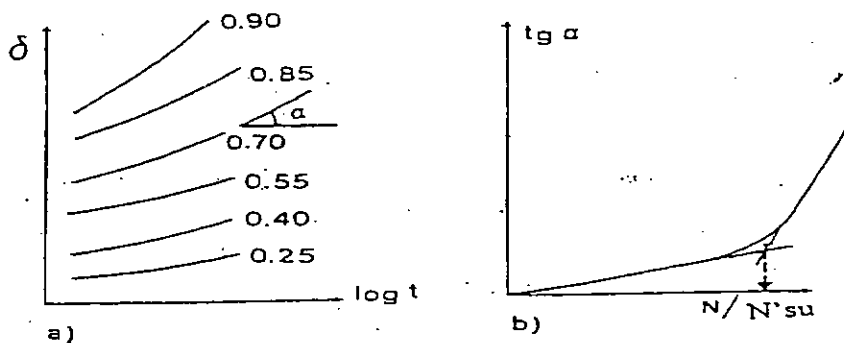


Fig.2

#### Esecuzione, prova e valutazione del terzo tirante

Il terzo tirante di prova deve avere armatura ed ogni altra caratteristica uguale a quelle del tirante da realizzare e lunghezza di fondazione o forza teorica di utilizzazione stabilita in base ai risultati della prova sul secondo tirante.

La prova sul terzo tirante comprende le seguenti fasi (Fig.3):

- tesatura fino alla forza di allineamento  $N_0 = 0.1 N_{es}$ ; le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase;
- tesatura fino alla forza di collaudo  $N_c$  pari ad 1,2 volte la forza teorica di utilizzazione  $N_{es}$  per incrementi di 0,1  $N_{es}$  con sosta di 1 minuto ad ogni incremento di carico e misura dell'allungamento finale;
- sosta a forza costante per 5 minuti in roccia o terreni non coesivi e 15 minuti per terreni coesivi, con misura dell'allungamento alla fine della sosta;
- scarico fino alla forza  $N_0$  in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino, con misura dello allungamento residuo;
- tesatura per incrementi di carico pari a 0,15  $N_{su}$  fino ad una forza massima uguale a  $N_{es}$ ; per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo minimo pari a:
  - 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
  - 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
- bloccaggio e sosta alla forza pari a  $N_{es}$  per una durata pari a quella prevista in progetto, comunque non inferiore a 24 ore per rocce o terreni non coesivi e di 72 ore per i terreni coesivi, ad allungamento costante con misura della forza residua.

Qualora il sistema di bloccaggio non consenta tale tipo di misura o gli spostamenti della testata siano tali da falsare le misure stesse, la sosta andrà effettuata mantenendo costante la forza al valore sopra indicato e misurando l'allungamento finale;

g) scarico fino a  $N_0$  come al punto d).

Al termine di questa fase viene tracciato il diagramma forze-allungamenti.

Per terreni coesivi vengono anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 4a) e l'andamento della pendenza finale  $tg$  delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 4b);

h) esecuzione di un numero arbitrario di cicli di carico e scarico; aventi come base la forza  $N_0$ , con incremento del carico ad ogni ciclo fino ad un valore pari a  $0,9 N_{su}$  sosta per ciascun ciclo pari a 5 minuti in terreni non coesivi o rocce e di 15 minuti in terreni coesivi.

Per ciascun ciclo vengono misurati gli allungamenti corrispondenti a ogni tappa del percorso di carico.

Al termine di questa fase viene costruito il relativo diagramma forze-deformazioni. (tale prova può essere condotta a forza costante o ad allungamento costante).

La lunghezza della fondazione e la forza teorica di utilizzazione assunte sono comunque valide se:

- 1) i risultati sono congruenti con quelli ricavati nella prova del secondo tirante;
- 2) la lunghezza libera teorica  $l$  e la lunghezza libera effettiva  $l_L$  del tirante verificano le seguenti condizioni:  
 $0.9 l_f \leq l_L \leq l + 0.5 l_f$

La lunghezza  $l_L$  si calcola in prima approssimazione con la relazione:

$$l_L = \frac{l A_s E_s}{N - N_0}$$

dove:

$A_s$  = area della sezione di armatura;

$E_s$  = modulo di elasticità dell'acciaio di armatura;

$l$  = allungamento elastico misurato.

3) la variazione dell'allungamento registrata nella fase f) sia inferiore (nei primi 30 minuti) al 5% dell'allungamento teorico relativo allo stesso valore di forza;

4) l'andamento dei valori degli allungamenti nel tempo, durante la fase f), deve tendere rapidamente ad un asintoto orizzontale.

Se anche una sola delle predette condizioni non risulta soddisfatta, occorre procedere alla realizzazione di un nuovo tirante di prova con lunghezza di fondazione maggiore o con forza teorica di utilizzazione minore, da sottoporre alle stesse modalità di prova del terzo tirante.

La procedura va ripetuta finché non risultano soddisfatte tutte le predette condizioni.

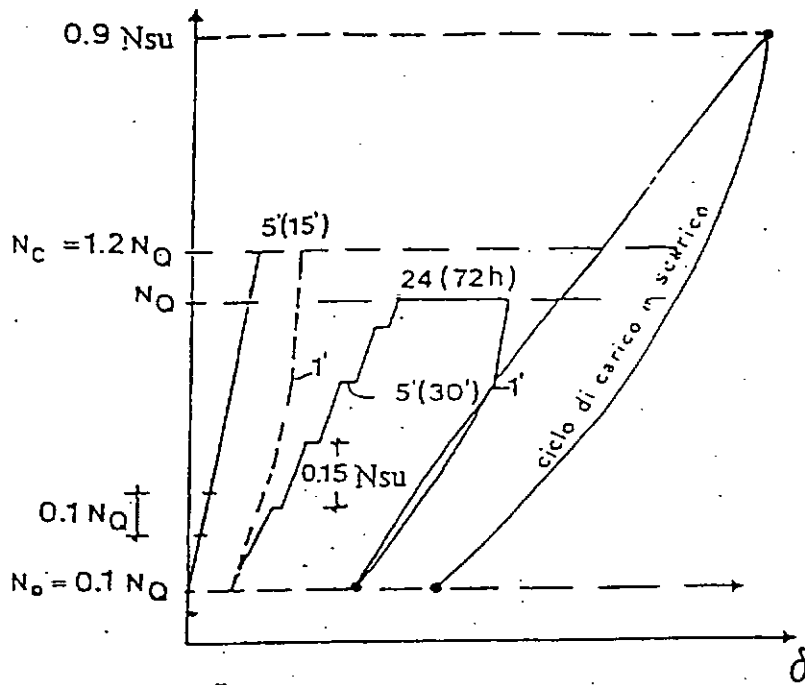


Fig.3

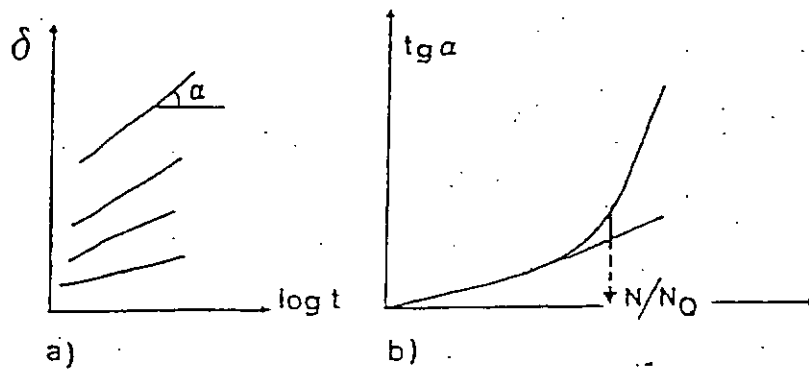


Fig.4

#### Prove di rottura su barre e bulloni

Per bulloni con ancoraggio ad espansione meccanica, la prova dovrà essere eseguita tesando il bullone con velocità costante, pari a quella prevista per la tesatura dei bulloni da realizzare, e rilevando la forza corrispondente alla rottura della fondazione e, nel caso che tale rottura non si verifichi, spingendo la prova fino a raggiungere lo snervamento dell'armatura (limite allo 0.2%).

Quale forza ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione o, nel caso tale rottura non si verifichi, il valore della forza corrispondente al limite allo 0.2% dell'acciaio della barra impiegata.

Nel caso di bulloni con ancoraggio con cementazione, le prove dovranno essere eseguite su bulloni con lunghezza di fondazione pari a 0.85 volte la lunghezza prevista nel primo dimensionamento. La prova si effettuerà con le stesse modalità previste nel caso precedente.

Quale forza limite ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione diviso per 0.85 o, nel caso tale rottura non si determini, il valore della forza corrispondente al limite allo 0.2% dell'acciaio della barra impiegata.

Il carico limite viene definito nel caso di rottura della fondazione, come il valore medio delle forze limiti di rottura di almeno 5 prove di ancoraggio, nell'ambito dello stesso tratta omogenea di ammasso roccioso.

#### **Prove di collaudo**

Salvo diverse prescrizioni da concordare comunque con la Direzione Lavori, le prove di collaudo saranno eseguite di norma su tutti gli ancoraggi attivi.

La forza di collaudo  $N_c$  è definita pari a 1.2 volte la forza di esercizio.

Le prove di collaudo costituiscono una fase delle procedure di messa in tensione degli ancoraggi attivi.

Per ancoraggi temporanei in barre e bulloni a lunghezza libera con una forza di esercizio non superiore ai 200 kN, la verifica della messa in opera, è sufficiente la messa in tensione, e verificare che dopo un tempo di attesa di 5 minuti, l'allungamento non deve superare il 2% della lunghezza libera dell'ancoraggio e la perdita di tensione non deve superare il 2% della tensione di prova.

Nel caso di ancoraggi sigillati su tutta la lunghezza, la loro corretta messa in opera è controllata mediante le prove a rottura, con le stesse modalità e frequenza precedentemente riportate.

#### **1.1.3.3 Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato**

Il rivestimento di prima fase delle pareti di scavo di gallerie e pozzi di aerazione sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato, con idonee macchine spruzzatrici, negli spessori indicati in progetto.

Si dovrà curare in particolare l'aderenza del getto alle pareti dello scavo, onde evitare vuoti a tergo del getto.

Per eventuali vuoti conseguenti ad irregolarità della sezione di scavo, l'Impresa dovrà procedere riempiendo, a sua cura e spese, con conglomerato cementizio spruzzato, dato anche a più strati ed armato con rete di acciaio elettrosaldato.

Nel caso invece di caverne naturali non previste negli elaborati progettuali o di cavità causate da cedimenti o frammenti non imputabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, a negligenza dell'Impresa, si potrà proporre alla Committente la contabilizzazione dei riempimenti di conglomerato o di murature di bloccaggio o di iniezione d'intasamento.

La proiezione dovrà avvenire ad umido cioè con procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da aggregati, cemento, acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto, ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

Gli acceleranti non dovranno influire negativamente:

- sulla sicurezza dell'ambiente di lavoro e non essere inquinanti per l'ambiente naturale;
- sull'intasamento dei dreni.

Per ciascun additivo dovrà essere disponibile una scheda tecnica e una scheda di sicurezza, quest'ultima redatta in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE 91/155.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista e dal tipo di accelerante impiegato.

Tutte le venute d'acqua concentrate dovranno essere regimate e canalizzate superficialmente per evitare sottopressioni sulla superficie trattata e danneggiamenti al conglomerato proiettato.

L'interfero dovrà essere, in tutti i casi, uguale o superiore a 15 cm sia nel caso di barre che di rete elettrosaldata.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

La superficie in vista del conglomerato cementizio, sulla quale sarà applicata l'eventuale impermeabilizzazione, dovrà presentarsi regolare, priva di asperità e di ferri sporgenti.

Eventuali irregolarità, che a giudizio insindacabile della Direzione Lavori potrebbero danneggiare l'impermeabilizzazione, dovranno essere conguagliate a cura e spese dell'Impresa mediante apporto di conglomerato cementizio.

I ferri eventualmente sporgenti dal rivestimento dovranno essere accuratamente ripiegati e inglobati nel conglomerato.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Il dosaggio dei componenti dovrà essere fatto a peso in idonei impianti.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, i controlli della resistenza del conglomerato, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza di quanto disposto alla sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il calcestruzzo proiettato sarà confezionato con impiego di aggregati di appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 10 mm, tali da poter essere proiettati a umido con le normali attrezzature da "spritz"; il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,5.

La curva granulometrica dovrà presentare un andamento continuo, senza picchi né salti.

Per applicazioni sulla volta, le miscele dovranno essere scelte verso la parte fine della curva granulometrica, verso il centro per la parte verticale e verso la parte più grossa per i lavori nella controvolta.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, dovrà essere impiegato cemento ad alta resistenza dosato in ragione di almeno 500 kg/m<sup>3</sup> di impasto, con l'adozione di additivi ad azione fluidificante ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Trattasi in particolare di:

- additivo superfluidificante dosato all'1-1,5% sul peso del cemento;
- microsilicati dosati a 20-25 kg/m<sup>3</sup> di conglomerato;
- additivo accelerante di presa che potrà essere a base di silicato, dosato in ragione del 12-15t sul peso del cemento o, in alternativa a base di alluminato dosato in ragione del 3-4 kg sul peso del cemento.

Gli acceleranti di presa dovranno essere compatibili con il cemento impiegato e non essere nocivi alle armature, né alle reazioni di idratazione del cemento e dovrà essere data dimostrazione della loro efficacia ai fini della durabilità del conglomerato proiettato.

L'impiego di acceleranti a base silicatica potrà essere autorizzato solamente dopo che siano state condotte prove di campo per determinarne il dosaggio ottimale massimo ai fini del raggiungimento delle resistenze minime richieste dopo 180 giorni dalla posa in opera.

Particolari condizioni la Direzione Lavori potrà autorizzare l'Impresa ad impiegare, a sua cura e spese, additivi ritardanti di presa allo scopo di prolungare la lavorabilità del conglomerato.

In questi casi la stessa Impresa, sempre a sua cura e spese, dovrà impiegare additivi acceleranti al momento del getto del conglomerato per annullare l'effetto ritardante.

Dovrà presentare una  $R_{ck} \geq 30$  Mpa dopo 28 giorni, con una resistenza media a compressione monoassiale, dopo 48 ore dalla posa in opera, determinata su quattro campioni, che dovrà risultare non inferiore ai 13 Mpa, e comunque compatibile con quanto indicato dal progettista.

Tali resistenze saranno determinata mediante l'uso di appositi pannelli confezionati e cassaforme, collocate su una parete inclinata di 10° - 20° tali da realizzare tasselli di prova, di dimensioni 60 cm \* 60 cm, e di 15 cm di spessore ottenuti proiettando ortogonalmente a questa il conglomerato.

Tali pannelli dovranno fornire 6 - 8 provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a  $h/d = 2$  ed altezza pari a 10 cm.

Oltre alle prove suddette in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete carote di conglomerato cementizio proiettato in opera sulle quali determinare il peso specifico e la resistenza a compressione monoassiale.

La media dei valori del peso specifico, ricavati in sito non dovrà essere inferiore al 98% dei valori dichiarati nello studio preliminare di qualificazione.

Lo sfrido complessivo del calcestruzzo proiettato non dovrà essere superiore al 10 % del volume posto in opera.

In caso contrario, l'Impresa non è tenuta a chiedere indennizzo alcuno per sfridi superiori.

Il rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre di acciaio a maglie elettrosaldate.

La rete di armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni di cui al punto 1.1.3.1 del presente Capitolato.

Ove la geometria dello scavo lo consentisse, le reti elettrosaldate potranno essere opportunamente presagomate ed opportunamente ancorate alle centine.

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio delle armature, con almeno 2 chiodi/m<sup>2</sup>, su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 centimetri, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

Successivamente, verrà realizzato il completamento dello strato di conglomerato proiettato, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Per evitare movimenti e distacchi durante la proiezione del conglomerato, si dovrà usare in modo particolare il fissaggio delle armature.

#### **1.1.3.4 Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato**

Per le prescrizioni e gli oneri di una corretta posa in opera valgono le indicazioni precedentemente riportate nel punto 1.1.3.3 del presente Capitolato, riguardante il calcestruzzo proiettato.

Per fibre di acciaio per la confezione di conglomerato, deve intendersi fibre provenienti da filo liscio o deformato e trafilato a freddo, o da lamiera tagliata liscia o deformata, o da fibre estratte da fusione, comunque costituite di acciaio a basso contenuto di carbonio, di diametro equivalente ( $Deq = 2 \sqrt{A}$  dove A area della sezione della fibra) di 0,5 mm circa, avente  $f_p (0,2) K \geq 800$  MPa ed allungamento minimo 1,0 %; le fibre dovranno essere lunghe tra 20 e 40 mm, "rapporto d'aspetto" L/D compreso tra 50 e 80, dove L = lunghezza della fibra, e D = diametro della fibra, ed avere le estremità sagomate per garantire l'ancoraggio meccaniche delle fibre stesse al conglomerato.

La quantità di fibre di acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere definita negli elaborati di progetto; le fibre dovranno essere fornite sciolte, dovranno essere incorporate nel conglomerato in fase

di impasto, avendo cura che la loro immissione effettuata direttamente con gli inerti, garantisca una dispersione omogenea con l'ulteriore miscelazione durante l'impasto.

Le fibre dovranno essere stoccate in appositi contenitori e protette dall'umidità.

In corso d'opera la Direzione Lavori procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre rapportandone il peso effettivo a quello teorico.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Nel caso si verifichi uno scostamento medio rispetto al quantitativo teorico in meno, non superiore al 10%, verrà applicata una penale; qualora lo scostamento fosse superiore al 10% il conglomerato sarà considerato non rinforzato.

Lo strato superficiale del conglomerato cementizio spruzzato, per uno spessore 3 cm, dovrà essere steso senza impiego di fibre d'acciaio, nel caso di presenza di manto di impermeabilizzazione, allo scopo di evitare possibili danni alla guaina stessa.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato, dovranno essere verificate attraverso le seguenti prove:

- resistenza a compressione monoassiale;
- prova di assorbimento di energia.

Per quanto riguarda le prove di compressione monoassiale si ritiene valido quanto già riportato nel punto 1.1.3.3 del presente Capitolato ed al quale si rimanda, valido per il conglomerato cementizio non armato.

La prova di assorbimento di energia dovrà essere condotta in fase preliminare e nella fase di controllo, su una piastra quadrata di dimensioni 60\*60\*10 cm, ricavata da un pannello di conglomerato cementizio proiettato messo in opera su una parete verticale.

Dopo una maturazione di 28 giorni la suddetta piastra viene poggiata su di un supporto metallico quadrato tale da avere una luce libera di 50\*50 cm, con la superficie di proiezione rivolta verso il basso, e caricata centralmente da un punzone avente superficie di impronta quadrata pari 100 cm<sup>2</sup>, con una velocità di deformazione pari a 1,5 mm/min.

Durante la fase di carico verranno registrate le coppie dei valori sforzo-deformazione fino al raggiungimento di una deformazione di 25 mm.

A tale deformazione arrestare la prova, asportare il provino e fotografarlo.

L'energia assorbita in quel momento dovrà risultare non inferiore a 500 Joule (Nmm).

La prova di assorbimento di energia oltre che nella fase preliminare di studio della miscela, dovrà essere eseguita anche per il calcestruzzo proiettato posto in opera.

L'impiego del calcestruzzo proiettato fibrorinforzato è preferibile in corrispondenza di quelle classi di scavo dove il comportamento dell'ammasso allo scavo è da considerarsi "non-spingente".

### 1.1.3.5 Rivestimento di seconda fase in conglomerato cementizio gettato in opera

Il rivestimento di seconda fase dovrà essere eseguito alla distanza dal fronte di scavo indicata in progetto, e comunque secondo le prescrizioni fissate per le classi di scavo.

Nessuna variazione potrà essere ammessa senza la preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.

Tale rivestimento consiste in un getto di dato spessore di conglomerato cementizio semplice o armato, contro le pareti della galleria, mediante apposita cassaforma.

Il conglomerato cementizio impiegato per il rivestimento di seconda fase dovrà essere almeno di classe Rck = 25 Mpa, lo spessore del rivestimento dovrà essere conforme alle previsioni di progetto, restando a carico dell'Impresa i maggiori spessori realizzati.

Per i rivestimenti in calcestruzzo non armato, le analisi tenso-deformative a breve ed a lungo termine, dovranno dare tensioni circonferenziali compressive non superiori a 7 Mpa, per calcestruzzi con classe Rck = 25 Mpa, ovvero Rck / 4 per calcestruzzi di classe superiore.

Nel caso in cui l'ottimizzazione geometrica della sezione non consenta l'impiego di strutture non armate, si dovrà ricorrere all'uso di armatura nel solo arco rovescio e nelle murette di base, ovvero sulla completa sezione di rivestimento.

Nel caso di rivestimenti di calcestruzzo armato, si dovranno seguire le indicazioni fornite dalla normativa vigente.

In particolare potranno essere eseguite verifiche strutturali mediante il metodo delle tensioni ammissibili, adottando per gli acciai di armatura i seguenti valori limiti:

per calcestruzzo con Rck  $\geq$  25 MPa, amm = 140 Mpa;

per calcestruzzo con Rck > 30 MPa, amm = 160 Mpa;

L'Impresa ha l'obbligo di non eseguire alcun getto prima che l'incaricato della Direzione Lavori abbia effettuato i controlli e le verifiche del caso.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di procedere in qualsiasi momento, anche ad opera ultimata ed anche con metodi non distruttivi, alla verifica, a cura dell'Impresa, dei prescritti spessori di rivestimento e della eventuale presenza di vuoti all'estradosso delle murature.

In caso di presenza di vuoti a tergo dell'estradosso del rivestimento di seconda fase, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà colmare detti vuoti mediante iniezioni a pressione di malte di cemento e sabbia addittivate con espansivo, previa esecuzione di fori di diametro e passo appropriato sul rivestimento.

Dovrà essere particolarmente curata la ripresa con i getti precedenti e la preparazione e pulitura delle superfici con le quali i getti stessi dovranno venire a contatto.

La superficie in vista dei getti di rivestimento dovrà risultare perfettamente regolare e profilata secondo i disegni di progetto, curata in modo particolare nei tratti in curva.

Il getto dell'arco rovescio deve essere eseguito su rocce in posto e non su materiale smosso, ove le particolari condizioni idrogeologiche lo richiedessero, previo apposito studio, di eventuale posa di un telo di geotessile con caratteristiche analoghe a quelle riportate nel punto 2.4.7.4 della sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato, con impregnazione eseguita con legante bituminoso tipo 180 - 200 spruzzato a caldo in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>.

Dovrà essere posto in opera sovrapponendo i teli longitudinalmente e trasversalmente per almeno 30 cm.

Il getto dell'arco rovescio dovrà essere eseguito per campioni alla distanza dal fronte indicata in progetto, e comunque non superiore ad una distanza pari a 3 volte il diametro di scavo.

In presenza di particolari fenomeni deformativi la lunghezza dei campioni dovrà essere opportunamente ridotta, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

Il getto dell'arco rovescio, può essere preceduto dal getto delle murette, che avranno le interfacce con i futuri getti di calotta e dell'arco rovescio stesso sagomate a raggio.

Se l'arco rovescio viene gettato per primo, sarà subito seguito da quello delle murette per fornire il necessario contrasto al rivestimento di prima fase.

Se la particolare situazione geotecnica-geomeccanica lo richieda, può essere consigliabile, terminato lo scavo, mettere in opera dei puntoni di contrasto di curvatura pari a quella di estradosso, collegati alle centine mediante bullonatura e/o saldatura, nonché messi a contrasto con le eventuali murette, in modo da chiudere il rivestimento, prima ancora della presa e dell'indurimento del calcestruzzo.

E' preferibile l'impiego di arco-rovescio senza armatura, eventualmente modificandone la curvatura.

Eventuali sovrascavi dovranno essere riempiti e risagomati con conglomerato cementizio magro a cura e spese dell'Impresa.

#### **1.1.3.6 Casseforme**

Premesse le responsabilità dell'Impresa, per quanto attiene alla conformità delle attrezzature da impiegare per la realizzazione del progetto nonché per l'uso di tutti i prodotti idonei alle corrette operazioni di disarmo, si prescrive quanto segue:

*a - casseforme per il contenimento del getto di conglomerato cementizio di rivestimento delle gallerie.*

dovranno essere impiegate casseforme metalliche montate su carro portaforme, munite di sistema di movimentazione idraulico; la struttura dovrà essere opportunamente irrigidita e controventata, dimensionata per non subire deformazioni sotto carico, con la superficie a contatto del conglomerato liscia e conforme alla generatrice di progetto, tale da assicurare ai getti una rifinitura perfettamente regolare;

*b - casseforme per il contenimento del getto di conglomerato cementizio di rivestimento dei pozzi di aerazione.*

dovranno essere impiegate casseforme metalliche, rampanti, munite di sistema di sollevamento idraulico.

La struttura dovrà essere opportunamente irrigidita e controventata, dimensionata per non subire deformazioni durante le varie fasi di lavorazione e per non alterare la geometria di progetto dei getti che dovranno risultare perfettamente lisci e privi di irregolarità nelle generatrici superficiali. Compreso inoltre gli occorrenti ponteggi ed impalcature.

#### **1.1.4 Drenaggi**

Con il termine "drenaggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte alla captazione, emungimento, raccolta e allontanamento delle acque circolanti immediatamente a tergo dei rivestimenti ovvero nei terreni circostanti la galleria.

Si distinguono le seguenti tipologie principali di drenaggio:

- canalette al piede dell'impermeabilizzazione collegate mediante raccordi alle cunette centrali di raccolta della galleria;
- tubi drenati microfessurati che si estendono nei terreni a tergo del rivestimento.

Le prescrizioni di cui ai successivi punti sono riferite alle gallerie naturali, ma sono comunque applicabili, con le precisazioni di cui in appresso, anche alle gallerie artificiali.

Nel caso di gallerie artificiali eseguite con scavo dall'alto si disporrà una tubazione in PVC in corrispondenza della platea di fondo ed all'esterno della galleria. In tal modo le acque percolanti attraverso il materiale drenante, utilizzato per il riempimento, saranno convogliate nel tubo in PVC e trasportate all'esterno.

Nel caso di gallerie artificiali eseguite con paratie, se necessario, si procederà al drenaggio delle acque mediante l'adozione di microdreni con tubazioni in PVC microfessurate rivestite da tessuto non tessuto.

Le acque drenate saranno convogliate nelle canalette laterali al piede della galleria e smaltite, con idonea pendenza, all'esterno.

#### 1.1.4.1 Canalette di raccolta

Al piede dell'impermeabilizzazione sarà realizzata, mediante canaletta in PVC microfessurata superiormente, una condotta di raccolta delle acque drenate; ogni 25 m circa saranno disposte delle condotte, dotate di pozzetti per l'ispezione e la manutenzione, per collegare le canalette con le cunette centrali della galleria.

Particolare cura andrà posta in fase esecutiva per assicurare il corretto andamento plano-altimetrico dei tubi di drenaggio e la loro funzionalità.

Le canalette e i tubi per il drenaggio e l'allontanamento sulle acque saranno in PVC ed avranno diametro esterno non inferiore a 110 mm e spessore non inferiore a 3 mm.

I tubi di cloruro di polivinile non plastificato dovranno corrispondere per generalità tipi, caratteristiche e metodi di prova alle norme UNI N° 4464 e 4465; la Direzione Lavori potrà richiedere di far sottoporre a prove, presso laboratori qualificati e riconosciuti, dei campioni di tubo per accertare o meno la loro rispondenza alle citate norme.

La miscela cementizia da impiegare per l'allettamento e fissaggio delle tubazioni sarà costituita da sabbia e cemento normale tipo 3,25, ed arricchita di idrofugo nelle proporzioni necessarie in relazione al grado di umidità della superficie da impermeabilizzare.

#### 1.1.4.2 Tubi drenanti microfessurati

Le perforazioni per i drenaggi, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite a distruzione di nucleo con sonde a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Si deve assicurare, in fase di perforazione, la perfetta tenuta a boccaforo, predisponendo eventualmente, sul fronte di avanzamento, in corrispondenza all'asse di ciascuna perforazione, un raccordo tubolare munito di un premistoppa interno, al quale si accoppia, a tenuta, il tubo di perforazione e di una bocca di deflusso esterna, onde consentire il rifluimento controllato del materiale di spurgo in fase di perforazione.

I raccordi tubolari dovranno essere rigidamente fissati al tampone in calcestruzzo proiettato preventivamente realizzato sul fronte.

Tali attrezzature devono avere caratteristiche tali da impedire che, nella fase di scavo e nelle successive fasi di posa in opera del tubo drenante all'interno dell'eventuale rivestimento e di estrazione di quest'ultimo dal terreno, possano verificarsi rifluimenti incontrollati di acqua e/o particelle di terreno all'interno dell'eventuale tubo di rivestimento.

Prima di procedere alla posa in opera, l'Impresa dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e il lavaggio con getto d'acqua a pressione.

Esse avranno diametro adeguato alla lunghezza e tale da consentire l'infilaggio dei tubi microfessurati, e comunque non inferiore a 90 mm. Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, le pareti del foro dovranno essere sostenute mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Successivamente alla pulizia del foro, nello stesso verrà inserito un tubo microfessurato in PVC rivestito esternamente con una calza di geotessile.

Il tubo microfessurato sarà in PVC rigido con unioni a manicotti, ed avrà diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore non inferiore a 4 mm.

Nel caso in cui vengono realizzati per l'allontanamento dell'acqua dal fronte di scavo, la loro disposizione e la loro orientazione dovranno essere tali da operare effettivamente tale allontanamento.

La loro lunghezza dovrà essere almeno pari al diametro dello scavo e non superiore a 2.5 volte il diametro stesso, con sovrapposizione longitudinale di 6 - 10 m.

Nel caso in cui le pressioni dell'acqua sono elevate dovranno essere utilizzati dei dispositivi che impediscono la fuoriuscita di acqua prima dell'inserimento del tubo drenante.

In questa situazione si opera posando prima un tubo di attesa di diametro superiore, su cui si collegherà un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione in modo da evitare l'insorgere di fenomeni di sifonamento e tale da permettere la chiusura rapida del foro.

In tal caso la perforazione sarà fatta con rivestimento, per impedire la chiusura del foro e con punta a perdere.

Finita la perforazione, si inserirà all'interno del rivestimento un tubo drenante microfessurato.

Successivamente, si recupererà il tubo di rivestimento del foro, per una lunghezza pari a quella del tratto attivo di dreno, più la lunghezza del sacco otturatore, in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del foro.

Tale sacco verrà quindi gonfiato, tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola, tramite doppio otturatore inserito da bocca foro all'interno del tubo drenante.

Raggiunta la pressione di alcuni bar, questa dovrà essere mantenuta per un congruo intervallo di tempo, per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco.

Nel caso di calo di pressione, si procederà con successive iniezioni, fino al raggiungimento della pressione prestabilita.



Non appena la malta a fatto presa nel sacco otturatore, si procederà all'estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore.

L'avvenuto abbattimento delle pressioni neutre dovrà essere verificato con piezometri installati in posizione opportuna e periodicamente misurati, il tutto a spese e cura dell'Impresa.

Tali interventi di drenaggio potrà rimanere attivo anche a lungo termine in fase di esercizio, per cui si dovrà provvedere a raccogliere mediante un apposito collettore le venute di acqua captate dai dreni, onde evitare che queste possano disperdersi in galleria, causando nocive infiltrazioni che potrebbero ammalorare le opere di rivestimento definitivo.

#### **1.1.4.3 Impermeabilizzazione di gallerie**

Si definiscono impermeabilizzazioni tutte le attività ed interventi atti a proteggere i rivestimenti delle gallerie dalle venute di acqua dalle pareti dello scavo.

Si dovranno impermeabilizzare le pareti della galleria ogni qualvolta si presentano o sono ipotizzabili venute di acqua dalle pareti della galleria.

L'impermeabilizzazione delle pareti delle gallerie e dei pozzi di aerazione viene interposta tra i rivestimenti di prima fase e seconda fase.

La DL ha facoltà di ordinare, per determinati tratti o superfici di galleria, la impermeabilizzazione in conformità alle prescrizioni di seguito riportate.

Si dovranno adottare particolari accorgimenti e cautele quando le acque risultassero aggressive.

Prima della posa in opera dell'impermeabilizzazione l'Impresa dovrà procedere alla preparazione delle pareti comprendente:

- captazione di eventuali forti venute d'acqua tali che possano intralciare la regolare stesa dell'impermeabilizzazione, mediante impiego di tubi e/o canalette in materiale termoplastico, protetti da uno strato in geotessile e fissati con malta di cemento additivata con accelerante;
- eventuali tubi e/o canalette saranno protetti con uno strato di conglomerato cementizio e saranno raccordati al drenaggio posto al piede dell'impermeabilizzazione;
- regolazione della superficie del rivestimento di prima fase con malta fina per raccordare eventuali asperità e per ricoprire eventuali parti metalliche sporgenti.

Le impermeabilizzazioni sopra descritte dovranno essere applicate su supporto costituito da conglomerato cementizio, dello spessore non inferiore a cm 10, lanciato a pressione sulle pareti di scavo, nel caso in cui non sia previsto dal progetto un prerivestimento in conglomerato cementizio lanciato a pressione.

##### **1.1.4.3.1 Impermeabilizzazione con guaina in PVC**

Tale impermeabilizzazione dovrà essere posta in opera su uno strato di compensazione di geotessile con caratteristiche analoghe a quelle riportate al punto 2.4.7.4 della sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

La guaina dovrà essere in PVC trasparente dello spessore minimo di 2 mm.

Sul rivestimento di prima fase, preparato come al punto precedente, dovrà essere steso uno strato di geotessile, come strato di compensazione con funzione antipunzonamento.

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale all'asse della galleria o del pozzo di aerazione, sovrapponendo i bordi di 20 cm e fissandolo con bottoni e/o listoni in PVC semirigido, a loro volta ancorati al supporto con chiodi a sparo muniti di rondella o con tasselli ad espansione.

I bottoni in PVC, aventi speciale sagomatura per impedire il contatto dei chiodi di fissaggio con la guaina in PVC trasparente che ad essi sarà sovrapposta e saldata, saranno forniti e posti in opera in ragione di almeno quattro bottoni per metro quadrato di superficie da impermeabilizzare, oppure un listone/ml.

In corrispondenza dei giunti della sovrastante guaina in PVC ed alla base della stessa, in corrispondenza dei piedritti nella impermeabilizzazione delle gallerie, saranno forniti e posti in opera listoni in PVC semirigido fissati con chiodi a sparo muniti di rondella.

Sullo strato di geotessile verrà fornita e posta in opera una guaina in PVC trasparente dello spessore di 2 mm.

La trasparenza della guaina, oltre ad essere una garanzia di purezza formulativa e pertanto di maggiore stabilità del polimero nel tempo, consente di controllare visivamente la lavorazione ed in particolare la eventuale presenza, in corrispondenza delle saldature, di un eccesso di residui carboniosi e di bolle d'aria che sono sintomi di cattiva esecuzione.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1.

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti elencati nella Tabella 1.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'impresa dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

La guaina in PVC verrà stesa in opera in senso trasversale all'asse della galleria o del pozzo di aerazione con i lembi dei giunti sovrapposti per 10 cm e dovrà essere fissata ai bottoni ed ai listoni in PVC mediante termosaldatura.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

Si procederà quindi alla saldatura dei giunti per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto, in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15-20 min non dovrà superare 0,1 bar.

Il controllo delle saldature dovrà essere sistematico; l'osservazione attraverso il PVC trasparente permetterà di verificare che non vi siano difetti quali eccessi di residui carboniosi o bolle che potrebbero far cedere la saldatura in un secondo tempo.

Tabella 1

spessore	(UNI 8202/6)	2 mm $\pm 5\%$	è ammesso un valore singolo con tolleranza -10% - +15% come da UNI 8898/4
peso specifico	(UNI 7092)	1,3 g/cm <sup>3</sup> $\pm 2\%$	Tolleranze come da UNI 8898/4
resistenza a pressione	(DIN 16938)	10 atm	
resistenza a trazione	(DIN 16938E)	> 1700 N/cm <sup>2</sup>	
Allungamento a rottura	(DIN 16938E)	300 %	
resistenza a compressione		> 300 N/cm <sup>2</sup>	
durezza A-shore	(DIN 53505)	75	
Piegatura a freddo	(DIN 16938)	- 20 ° C	
resistenza al calore	(DIN 53372)	+ 70 ° C	
resistenza al freddo		- 40 ° C	
imputrescibilità		illimitata	

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

In galleria la guaina in PVC dovrà essere risvoltata alla base dei piedritti per almeno 40 cm; i lembi estremi dovranno essere fissati alla parete mediante listelli metallici, previa applicazione di idoneo mastice sigillante; all'interno dei due risvolti dovranno essere forniti e posti in opera tubi in PVC rigido serie pesante tipo 302 del diametro nominale di 150 mm, aventi pareti corrugate e forate e suola di base liscia e stagna; i tubi dovranno essere collegati ai pozzetti di raccolta mediante pezzi speciali a T e relative tubazioni di raccordo in PVC ed i fori praticati nelle guaine per il passaggio di queste ultime dovranno essere sigillati mediante appositi elementi in PVC termosaldati alla guaina ed ai tubi di raccordo.

### **1.1.5 Interventi di consolidamento**

#### **1.1.5.1 Consolidamento del fronte di scavo con tubi in vetroresina**

Il consolidamento del fronte di scavo verrà effettuato in gallerie, scavate in terreni coesivi, semicoesivi ed in genere di natura argillosa soggetti ad alterazione chimico-fisiche e a fenomeni di estrusione del nucleo di scavo, tendente a muoversi verso la parte già scavata, tali da compromettere la stabilità dell'opera e/o la sicurezza delle lavorazioni.

Il consolidamento verrà eseguito mediante tubi in vetroresina forniti e posti in opera entro prefiori eseguiti in avanzamento, in anticipo sugli scavi, compreso il loro inghisaggio con iniezione di miscela cementizia a bassa pressione.

La distribuzione dei tubi sul fronte di scavo, il loro orientamento e la loro lunghezza dovranno essere conformi alle previsioni di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori, tenendo presente che ciascun rango dovrà avere inizio alla stessa progressiva.

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico dei tubi sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun tubo non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del tubo rispetto all'asse di progetto non dovrà superare l'1%;

- la lunghezza del tubo non dovrà differire di  $\pm 15$  cm da quella di progetto.

Ogni tubo che risultasse non conforme alle tolleranze di cui sopra dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà preliminarmente individuare sul fronte di scavo le posizioni dei tubi da contrassegnare con marche od altro per renderle facilmente individuabili.

La perforazione dovrà essere eseguita a secco con idonea attrezzatura, impiegando preferibilmente utensili ad elica; avrà andamento orizzontale, sub-orizzontale o comunque inclinato; il diametro sarà di 100-120 mm e dovrà essere spinta a qualsiasi profondità oltre il fronte di avanzamento in galleria; compreso l'attraversamento dello strato di conglomerato cementizio spruzzato sul fronte di scavo e degli eventuali strati rocciosi, nonché l'allontanamento dei materiali di risulta ed il trattamento dei fanghi secondo quanto disposto dalle Leggi vigenti.

Il tubo in vetroresina dovrà essere prodotto con resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 50%.

Il tubo dovrà avere diametro esterno non inferiore a 60 mm e spessore non inferiore a 50 mm; l'aderenza della superficie esterna del tubo dovrà essere migliorata mediante fresatura elicoidale della profondità di almeno 1 mm od altro procedimento equivalente che conferisca al tubo elevata resistenza allo sfilamento.

La lunghezza del tubo dovrà essere, conforme a quella di progetto, ottenuto preferibilmente con una unica barra; ove si dovessero effettuare giunzioni, resta a carico dell'Impresa la fornitura dei necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio. Tra due successivi ranghi di avanzamento la sovrapposizione minima dei tubi in vetroresina dovrà essere minimo di almeno 5 m.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche del tubo:

- densità (UNI 7092)	$\geq 1,7 \text{ g/cm}^3$
- resistenza a trazione (UNI 5819)	$\geq 400 \text{ MPa}$
-allungamento a rottura	2%
-resistenza a flessione (UNI 7219)	$\geq 350 \text{ MPa}$
-resistenza al taglio (ASTM D 732)	$\geq 85 \text{ MPa}$

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

Il tubo dovrà essere introdotto nel preforo mediante apposita attrezzatura; si procederà quindi al suo inghisaggio mediante una miscela cementizia (antiritiro) iniettata a bassa pressione tra tubo e pareti del foro ed all'interno del tubo stesso.

L'introduzione dell'armatura e l'esecuzione delle iniezioni devono essere effettuate in una fase immediatamente successiva a quella di perforazione.

Non dovrà trascorrere più di 1 ora tra le due fasi.

La miscela dovrà essere additivata con idonei acceleranti di presa e dovrà avere la seguente composizione:

- cemento ad alta resistenza	500 kg
- acqua	170 kg
- additivo accelerante la presa del cemento, a base di sostanze inorganiche e privo di cloruri	40 kg

L'iniezione dovrà essere proseguita fino a totale riempimento e la valvola di non ritorno dovrà garantire il mantenimento della bassa pressione per il tempo di presa della miscela cementizia.

In corso d'opera, si dovranno eseguire una serie di prove a sfilamento, atti a verificare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché le ipotesi assunte in sede di progettazione.

Sulla miscela cementizia impiegata, dovranno essere effettuati i medesimi accertamenti riportati nel punto 1.1.3.2 del presente Capitolato.

### 1.1.5.2 consolidamento del terreno al contorno dello scavo mediante iniezioni di miscele cementizie

E' un intervento che modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza) ed idrauliche (permeabilità) del terreno attraverso l'immissione a bassa pressione di adeguate miscele.

I trattamenti possono definirsi di "impregnazione", quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterare le loro dimensioni, mediante iniezioni di miscele cementizie atossiche molto fluide e stabili, ad alta capacità di permeazione, a base di cementi microfini che presentano superficie specifica Blaine fino a  $12.000 \text{ cm}^2/\text{g}$ , con granuli di dimensioni comprese fra 1-25  $\mu\text{m}$ .

Sono iniettabili, oltre le grandi cavità (carsiche, etc.), tutti i tipi di terreno dalle ghiaie ai limi sabbiosi sino ad un certo limite inferiore di permeabilità e le fessure delle rocce.

Le iniezioni potranno essere eseguite in avanzamento, in anticipo sugli scavi, sul contorno della sezione di scavo, per l'intera sezione o parte di essa, secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione Lavori.

I materiali iniettati, dovranno soddisfare ai requisiti di carattere ambientale ed ecologico, così come indicato nella attuale Legislazione in materia e successive modifiche.

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati in PVC rigido di diametro non inferiore ai 40 mm o metallici in acciaio Fe 510,  $\Phi$  1 1/2" + 2", eventualmente giuntato tramite manicotti o quanto altro occorra per la perfetta efficienza del tubo, corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm, i quali verranno introdotti in appositi prefori all'interno del terreno da consolidare.

La canna valvolata dovrà essere prolungata fino a fuoriuscire a boccaforo per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

I prefori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria e/o in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, con diametro di 100-120 mm, e se necessario eventualmente rivestiti.

Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole.

Tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e preforo e tale da funzionare da valvola di tenuta sino ad una pressione non inferiore a 50 kPa, e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento.

Per ogni valvola di iniezione, in sede progettuale dovranno essere assegnati i seguenti parametri:

- volume massimo  $V_{max}$  (litri);
- portata (litri/min);
- eventuale pressione massima  $p_{max}$ .

I quantitativi della miscela da iniettare attraverso una valvola sono stabiliti tenendo conto di:

- riempimento effettivo di almeno il 50% dei vuoti;
- dispersione oltre il limite previsto;
- probabile drenaggio delle sospensioni.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi interessati.

Nella eventualità che le prove preliminari non garantissero il raggiungimento delle seguenti caratteristiche meccaniche il trattamento dovrà essere abbandonato.

caratteristiche meccaniche del terreno consolidato	intervallo della prova	
	dopo 48 h dalla iniezione	dopo 7 giorni dalla iniezione
resistenza a compressione semplice	> 1 MPa	> 1,5 Mpa
R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza $\geq$ 100 mm	50 %.	70%

Qualora dalle prove riportate nel punto 2.14 che anche uno solo dei sotto elencati valori relativi al terreno consolidato:

- spessore dello strato;
- resistenza a compressione semplice;
- R.Q.D.;

sono variati rispetto a quanto stabilito in progetto, con scostamenti in negativo superiori al 10%, senza che peraltro si siano verificati rilasci o franamenti, verrà applicata una penale.

Nel caso dovessero verificarsi rilasci o frammenti, tutti gli oneri conseguenti, in essi compresi a titolo esemplificativo i trattamenti Provvisori di consolidamento di qualsiasi genere ed entità, lo sgombero dei materiali franati ed il ripristino della sezione di scavo, sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

La DL potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura e spese dell'Impresa.

L'Impresa, a sua totale cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geotecniche-geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, (che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacquage)).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa avrà la responsabilità circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

Nella eventualità che queste non vengano raggiunte, l'Impresa dovrà a sua cura e spese procedere all'integrazione dei trattamenti per il raggiungimento delle prescrizioni progettuali.

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contaccicli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca foro, con certificato ufficiale di taratura.

Lo scavo della galleria in corrispondenza delle tratte consolidate dovrà essere condotto dall'Impresa con le dovute cautele, verificando in avanzamento l'efficacia dei trattamenti effettuati.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Impresa in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A cura dell'Impresa si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; le verifiche in avanzamento; la documentazione dei lavori; l'ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a  $10^{-2}$  m/s, sarà cemento del tipo normale;
  - per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di  $10^{-2}$  si useranno cementi microfini, con superficie specifica Blaine fino a 12.000  $\text{cm}^2/\text{g}$ ; acqua; additivi fluidificanti, ecc.;
- sono altresì a carico dell'Impresa eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

### 1.1.5.3 Presostegno mediante infilaggi

Si definiscono infilaggi i tubi portanti iniettati, posti in opera preventivamente dal fronte di scavo sull'estradosso della sezione di avanzamento in calotta.

I tubi valvolati o no, verranno connessi al terreno mediante iniezione a bassa pressione nella cavità anulare tra tubo e pareti del perforo, i valvolati successivamente saranno iniettati in più fasi in pressione attraverso le valvole dall'interno dei tubi.

I tubi dovranno essere disposti in posizione orizzontale o sub orizzontale con geometria tronco conica e divergenza, rispetto all'asse della galleria, non superiore di norma a  $6^\circ$ .

Le caratteristiche dimensionali, la disposizione e le fasi di esecuzione dovranno essere conformi alle previsioni di progetto.

Prima di iniziare ciascun setto di perforazione l'Impresa, dovrà a sua cura e spese, individuare sul fronte di avanzamento le posizioni degli infilaggi da contrassegnare opportunamente, in modo da renderle facilmente individuabili.

Eventualmente si potranno predisporre, delle dime di guida a tergo delle macchine perforatrici.

Le tolleranze, rispetto alle indicazioni previste in progetto per queste lavorazioni devono essere contenute nei seguenti limiti:

- la posizione della testa non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm; salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse dell'infilaggio rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1%;
- la lunghezza non dovrà differire di  $\pm 15$  cm da quella di progetto;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni infilaggio che risultasse non conforme alle tolleranze di cui sopra dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'Impresa.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione preliminare di infilaggi di prova, ordinati dalla Direzione Lavori.

In particolare le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- possibilità di eseguire, senza manovre d'asta, perforazioni con rivestimento provvisorio fino ad almeno 12,00 m di lunghezza, con agevole e preciso posizionamento dei fori secondo la geometria tronco-conica o cilindrica tipica dell'applicazione;

- testa di rotazione con foro passante e con ingombro verso l'esterno non eccedente 35 cm rispetto all'asse della perforazione;
- slitta di scorrimento di costruzione sufficientemente rigida, dispositivi di guida delle aste ed apparecchi di stazionamento dell'attrezzatura tali da assicurare il rispetto delle tolleranze geometriche prescritte; la slitta non dovrà comunque subire spostamenti elastici superiori a 5 mm a seguito dell'applicazione, ad una qualsiasi delle sue estremità, di una forza di 100 kg in qualunque direzione nel piano ortogonale dell'asse di perforazione.

La perforazione deve essere condotta impiegando utensili atti ad ottenere fori del diametro previsto in progetto, e comunque non inferiore a 100 mm, ed a consentire la regolarità delle successive operazioni di infilaggio dei tubi e di iniezione, in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza di acqua di qualunque entità e pressione, mediante l'impiego di sonde a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza di acqua lo richiedesse, il foro dovrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e le fasi successive.

Al termine della perforazione il preforo dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti.

Le perforazioni dovranno essere eseguite senza impiego di acqua.

L'ordine di esecuzione degli infilaggi nell'ambito di ciascun setto, dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni e delle iniezioni con perfori in corso o in attesa di iniezione.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da tubi in acciaio tipo Fe 510 senza saldatura longitudinale, del tipo per costruzioni meccaniche.

Dovranno avere estensione, diametro e spessore come previsto in progetto.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati, dello stesso spessore del tubo e di lunghezza adeguata, da verificare alla flessione secondo i valori di progetto.

I tubi valvolati dovranno essere forati in corrispondenza di ciascuna valvola di iniezione e scovolati internamente per asportare eventuali sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

Nel caso si utilizzi il tubo valvolato come rivestimento del foro, le valvole dovranno essere adeguatamente protette.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Ove richiesto le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici e dispositivi di centraggio per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Potranno essere usate, qualora si rendessero necessarie, armature in vetroresina le cui caratteristiche sono riportate al punto 1.1.5.1 del presente Capitolato.

L'introduzione dell'armatura tubolare e la esecuzione delle iniezioni devono essere iniziate in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun infilaggio.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere alla pulizia del preforo, subito prima che inizino le operazioni di posa della armatura e di iniezione.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio della iniezione.

Si ribadisce che quando la perforazione viene eseguita con l'impiego di rivestimento provvisorio, l'infilaggio dell'armatura metallica deve precedere l'estrazione dello stesso rivestimento provvisorio ed essere seguito immediatamente dal riempimento della cavità anulare compresa tra tubo e pareti del preforo.

Le fasi della iniezione sono le seguenti, fatte salve diverse prescrizioni che la Direzione Lavori potrà impartire in sede esecutiva:

1) **tubi valvolati:**

- riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo e le pareti del preforo, ottenuto alimentando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice la valvola più lontana. Trattandosi di prefori posti di norma in posizione orizzontale o inclinati verso l'alto, dovranno essere adottati opportuni accorgimenti (tubetti di sfiato, otturatore sulla bocca del preforo, ecc.) per evitare che la miscela cementizia riempi solo parzialmente la cavità o ne fuoriesca;
- lavaggio con acqua dell'interno del tubo;
- avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si inietteranno in pressione valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti il sestuplo del volume del preforo avendo cura di non superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, previo lavaggio con acqua all'interno del tubo, limitatamente alle valvole per le quali il volume di miscela iniettata non abbia raggiunto il limite di cui al punto 3 a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;
- le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

2) **tubi non valvolati (tubi ciechi):**

- riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo e le pareti del preforo, ottenuto iniettando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice dalla testa del tubo, trattandosi di prefori posti di norma in posizione

orizzontale o inclinati verso l'alto, dovranno essere adottati opportuni accorgimenti (tubetti di sfiato, otturatore sulla bocca del perforo, ecc.) per evitare che la miscela cementizia riempia solo parzialmente la cavità o ne fuoriesca.

Qualora nel corso delle iniezioni si riscontrassero assorbimento anomali di miscela, la Direzione Lavori ordinerà l'adozione dei provvedimenti e/o cautele che riterrà più idonei.

Al termine delle iniezioni si riempirà anche l'interno del tubo.

Le malte cementizie utilizzate per la iniezione dovranno avere al seguente composizione:

-cemento tipo 4,25: 100 kg;

-acqua: 50-70 kg;

-bentonite: 0-2 kg;

-eventuale additivo antiritiro

Durante la posa in opera dovranno prelevare campioni della miscela di iniezione, sulla miscela cementizia impiegata, dovranno essere effettuati i medesimi accertamenti riportati nel punto 1.1.3.2 del presente Capitolato.

#### 1.1.5.4 Consolidamento mediante trattamenti colonnari (colonne consolidate jet-grouting)

Si definiscono trattamenti colonnari quei trattamenti di consolidamento-impermeabilizzazione in cui il terreno viene stabilizzato mediante rimescolamento con una miscela legante di acqua-cemento immessa a getto ad altissima pressione.

Nell'interno delle gallerie i trattamenti saranno eseguiti secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni della Direzione Lavori:

- a) dal fronte di scavo, in anticipo sugli scavi in avanzamento, con andamento orizzontale o sub orizzontale e geometria tronco conica, per formare un arco di terreno consolidato intorno alla sezione di scavo, o per stabilizzare il nucleo del fronte in terreni incoerenti;
- b) dal piano d'imposta della calotta, in anticipo sugli scavi di strozzo, con andamento verticale, sub verticale o comunque inclinato, per contrastare le spinte scaricate all'imposta dell'arco di calotta;
- c) in ogni altra condizione che ritenesse opportuno l'impiego di tale tecnica di consolidamento.

Le colonne del terreno consolidato dovranno presentare diametro non inferiore a quello previsto in progetto, quelle eseguite in avanzamento dal fronte di scavo, con andamento tronco conico, dovranno presentare una divergenza rispetto all'asse della galleria non superiore di norma a 5°.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione della miscela stabilizzante dovranno essere messe a punto, in relazione alla natura dei materiali da trattare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali, mediante esecuzione di colonne di prova nelle posizioni e quantità prescritte dal Progettista.

Le attrezzature di perforazione dovranno essere tali da garantire la continuità della colonna.

La parte inferiore dell'antenna dovrà essere dotata di evidenti contrassegni posti ad interasse di 10 cm (in prossimità delle aste per una lunghezza totale di almeno 100 cm) allo scopo di poter effettuare un controllo visivo della velocità di risalita.

Il controllo della velocità di rotazione delle aste durante l'iniezione dovrà essere effettuato preferibilmente tramite un'apposita strumentazione di iniezione.

Dovranno inoltre essere eseguite tutte le prove elencate nel punto 2.6 del presente Capitolato, ed inoltre l'esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza della lunghezza delle colonne, posizionato all'intersezione di due colonne contigue compenstrate.

Se dalle prove di cui sopra risulterà che non sono stati raggiunti i limiti di resistenza e continuità previsti, la Direzione Lavori verificherà il sistema ed eventualmente proporrà al Progettista la revisione del progetto.

Le attrezzature di perforazione dovranno essere idonee a garantire deviazioni non superiori all'1% rispetto all'asse teorico.

Dovranno essere muniti di dispositivi di comando e di contagiri per il controllo della velocità di rotazione delle aste ed inoltre di dispositivo per la regolazione della velocità di estrazione delle aste stesse (temporizzatore a scatti o simili).

L'impianto di miscelazione dovrà essere del tipo a cicli ripetitivi con polmone di accumulo ed agitatore di miscela e munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacikli di miscelazione progressivo.

La centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione,  $\geq 30$  MPa, dotate di manometri posti a bocca foro, muniti di certificato ufficiale di taratura.

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 1%;
- la lunghezza non dovrà differire di  $\pm 15$  cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessun caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

Preliminarmente all'inizio delle perforazioni, l'Impresa, a sua cura e spese, provvederà ad ubicare e contrassegnare con marche od altro l'asse di ciascun punto di trattamento; alla Direzione Lavori dovrà presentare la mappa dei trattamenti

con la posizione dei punti contrassegnata con un numero progressivo ed inoltre un programma cronologico di perforazione ed iniezione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi della perforazione/iniezione sulle colonne consolidate già eseguite.

Eventualmente si potrà inoltre predisporre, sempre a cura e spese dell'Impresa, delle dime di guida a tergo delle macchine esecutrici le perforazioni.

Le fasi di lavorazione comprendono:

- la perforazione a rotazione o rotopercussione di diametro adeguato, eseguita, se necessario con impiego di rivestimento provvisorio;
- l'iniezione di una miscela di acqua e cemento tipo 4,25, nel rapporto in peso  $1 \leq a/c \leq 2$ , con l'eventuale impiego di additivi stabilizzanti, fluidificanti, acceleranti o ritardanti di presa, espansivi, impermeabilizzanti, antidilavamento, ecc., secondo le disposizioni della Direzione Lavori;
- la sigillatura del foro, ad iniezione ultimata, per impedire la fuoriuscita della miscela.

La miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata.

Tali parametri, così come tutti gli altri parametri di iniezione, dovranno essere scelti in modo tale da far sì che questi garantiscano la realizzazione delle colonne con le volute caratteristiche.

I valori tipici di questi parametri sono riportati nel corrispondente del punto della sezione "Consolidamenti" del presente Capitolato.

In particolare, nel caso che le colonne debbano essere realizzate a breve distanza l'una dall'altra, o tra loro compenetrare, la successione spaziale a temporale di esecuzione delle colonne deve essere stabilito tenendo conto del tempo di maturazione delle miscele iniettate, in modo che la realizzazione delle perforazioni e delle iniezioni non danneggino le colonne già eseguite.

In caso di interruzione (accidentale o meno) dell'iniezione sarà necessario, eliminato l'inconveniente, far ripartire l'iniezione almeno 50 cm al di sotto della quota di interruzione.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare  $\geq 5$  MPa a 28 giorni nei materiali incoerenti, con limite minimo di 1.5 - 2 MPa a 40 giorni negli interstrati di terreni coesivi, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, a seguito dei risultati ottenuti sulle colonne di prova.

Il valore R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Qualora dalle prove riportate nel punto 2.6, risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche;
  - posizione dell'asse;
  - deviazione dell'asse;
  - diametro;
  - lunghezza;
- resistenza a compressione semplice;
- valore R.Q.D;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza, con scostamenti negativi superiori al 10%, senza che peraltro si siano verificati rilasci o frammenti, verrà applicata una penale.

Nel caso di franamenti o rilasci, dipendenti per cause esecutive dei trattamenti colonnari, tutti gli oneri conseguenti, in essi compresi a titolo esemplificativo i trattamenti provvisori di consolidamento di qualsiasi genere ed entità, lo sgombero di materiali franati ed il ripristino della sezione di scavo, sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà porre particolare cura alla raccolta e al trattamento dei fanghi di spurgo secondo le Leggi vigenti ed al loro allontanamento.

#### **1.1.5.4.1 Armatura delle colonne**

Quando previsto in progetto le colonne dovranno essere armate con tubi di acciaio tipo Fe 510 senza saldatura longitudinale, del tipo per costruzioni meccaniche, del diametro previsto e collegati tra di loro tramite manicotti saldati o filettati di dimensioni tali da garantire nella giunzione le stesse caratteristiche meccaniche del tubo, le colonne potranno essere armate anche utilizzando barre di vetroresina, le quali potranno essere giuntate tramite manicotti filettati o con altri sistemi analoghi, che devono essere in grado di garantire la medesima resistenza della barra.

#### **1.1.5.5 Precontenimento mediante volta continua in elementi tronco-conici (pretaglio)**

Con tale denominazione si intende una volta continua in elementi tronco-conici di conglomerato cementizio lanciato a pressione, eventualmente fibrorinforzato, eseguita in anticipo agli scavi, esternamente al loro perimetro, in presenza di terreni coesivi e/o semicoesivi, secondo le previsioni di progetto o le prescrizioni della Direzione Lavori.

Il pretaglio viene classificato e distinto in base alle seguenti caratteristiche:

- spessore del conglomerato cementizio in opera;
- composizione del conglomerato cementizio;



- sovrapposizione del conglomerato cementizio in direzione longitudinale.

Il cavo dovrà essere ricavato mediante taglio del terreno con impiego di una speciale attrezzatura munita di una lama su cui scorrono delle catene a denti fresanti; la lama scorre su un portale a cremagliera che riproduce la sagoma della galleria.

La lama di taglio a causa dello scorrimento della catena e del movimento del meccanismo, trasmette vibrazioni al terreno, che possono innescare o favorire il distacco di blocchi lungo superfici di rottura latenti o preesistenti.

E' quindi necessario che le maestranze impegnate, rimangano a distanza di sicurezza e che siano rispettate alcune fondamentali norme:

- è necessario che il profilo del pretaglio rispecchi fedelmente gli schemi progettuali allo scopo di evitare errori nella geometria del trattamento, errori che si traducono, per il successivo e necessario ripristino della sezione di scavo, in difficili interventi di rifilatura;
- l'esecuzione del guscio avviene per conci successivi il cui sviluppo è regolabile in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno secondo le prescrizioni progettuali;
- prima di iniziare il taglio di un concio è indispensabile che sia stato completato il getto di quello precedente;
- necessario garantire la continuità strutturale del guscio curando in particolare le riprese di getto tra i vari conci ed evitando la giunzione di calotta in corrispondenza dell'asse della galleria;
- si deve sempre garantire, quale condizione necessaria per la stabilità globale del guscio di pretaglio anche in fase di scavo, l'incastro del piedritto del guscio di spritz-beton per un tratto di lunghezza previsto in progetto al disotto del piano di lavoro (almeno di 80 cm).

Nel caso in cui si verificano difficoltà di esecuzione dei tagli a causa della presenza di materiali incoerenti, con l'eventuale pericolo di instabilità del fronte, o in tutti gli altri casi in cui la realizzazione del sistema sia tale da provocare tale instabilità, si dovrà abbandonare il metodo.

Il pretaglio della volta dovrà essere eseguito per conci successivi.

Per contrastare fenomeni di decompressione del terreno, appena completato il taglio di un concio, si dovrà procedere al suo riempimento spruzzando conglomerato cementizio fibrorinforzato, additivato con acceleranti di presa.

In particolare sarà curata l'aderenza del getto alle pareti di scavo in modo da evitare vuoti a tergo del getto stesso.

#### **1.1.5.5.1 Conglomerato cementizio spruzzato per la realizzazione di una volta continua in elementi tronco-conici (Pretaglio)**

Dovrà essere confezionato con aggregati di appropriata granulometria continua e dimensioni non superiori a 15 mm, tali da poter essere proiettati ad umido con le normali attrezzature da spritz.

L'eventuale armatura con fibre di acciaio, rispondenti alle prescrizioni di cui al punto 1.1.3.4 del presente Capitolato, dovrà essere definita in sede di progetto, e comunque in ragione di 30 kg di fibre per metro cubo di impasto.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà risultare come indicato nei punti 1.1.3.3 e 1.1.3.4 del presente Capitolato.

Ed inoltre, si dovrà determinare le curve di resistenza a partire dal tempo  $t=0$  (immediatamente dopo la presa) fino alla maturazione completa, al fine di effettuare il controllo con le prescrizioni progettuali.

In ogni caso la resistenza minima dopo 4 ore, dovrà essere almeno 6 MPa e la resistenza finale compatibile con quella di progetto.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa dovrà essere impiegato cemento ad alta resistenza (tipo 4,25 o superiore) dosato in ragione di almeno 450 kg per metro cubo di impasto.

Dovranno essere impiegati additivi ad azione fluidificante ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Il rapporto acqua cemento non dovrà, di norma, essere superiore a 0,4.

In particolari condizioni la Direzione Lavori potrà autorizzare l'impresa ad impiegare a sua cura e spese, additivi ritardanti di presa allo scopo di prolungare la lavorabilità del conglomerato.

In questi casi l'Impresa, sempre a sua cura e spese, dovrà impiegare additivi acceleranti al momento del getto del conglomerato per annullare l'effetto ritardante.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Impresa alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; il dosaggio dei componenti dovrà essere fatto a peso in idonei impianti.

La qualifica preliminare del conglomerato, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuate con l'osservanza di come indicato nei punti 1.1.3.3 e 1.1.3.4 del presente Capitolato.

Relativamente al controllo della quantità di fibre in acciaio ammesse nel conglomerato si richiama integralmente quanto è stato previsto a tale riguardo nel punto 1.1.3.4 del presente Capitolato.

#### **1.1.6 Gallerie con scavo eseguito completamente a cielo aperto.**

In questo caso è possibile procedere alla realizzazione del manufatto esclusivamente in conglomerato cementizio armato, con operazioni "all'aperto".

Per quanto riguarda il conglomerato cementizio gettato in opera valgono le prescrizioni riportate al punto della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Si individuano tre sezioni tipiche.

**a) Sezione policentrica**

Tale sezione, di norma, sarà utilizzata nei tratti iniziale e finale di gallerie naturali e comunque, in tutti quei tratti in cui lo spessore del terreno di copertura è superiore a 6 m.

La geometria della sezione sarà quella utilizzata per le gallerie naturali, dal punto di vista strutturale la sezione sarà sempre anulare e dotata di arco rovescio.

**b) Sezione scatolare**

Tale tipologia, di norma, sarà utilizzata lungo gallerie realizzate esclusivamente "in artificiale". E' escluso l'uso di questa soluzione quando lo spessore del terreno di copertura supera i metri 6.

Tale spessore deve intendersi misurato tra l'estradosso dell'impalcato di copertura e la quota di sistemazione del piano di campagna previsto in progetto.

Nel caso in cui la quota di sistemazione del piano di campagna sia diversa dalla quota esistente prima della realizzazione della linea dovrà essere fornita una dettagliata giustificazione sulla possibilità di modificare la quota e sulla sua convenienza.

Per la realizzazione dell'impalcato di copertura è esclusa la possibilità di usare travi o predalle in C.A.P. quando esso risulti interrato.

**c) Sezione con spalle e impalcato separati tra loro**

Tale tipologia sarà utilizzata nei limiti già indicati per l'uso di sezioni scatolari.

Per quanto riguarda l'impalcato si esclude l'uso di travi in C.A.P. quando al di sopra di esso è previsto il rinterro.

### **1.1.7 Gallerie con scavo eseguito solo parzialmente a cielo aperto**

La tecnica degli scavi eseguiti parzialmente a cielo aperto sarà adottata quando la situazione orografica e le caratteristiche geotecniche non permettono l'apertura di uno scavo totale dal piano di campagna fino al piano di imposta delle fondazioni.

In questo caso si procederà alla definizione di sezioni alternative che prevedano l'esecuzione delle spalle mediante paratie realizzate dall'alto.

Successivamente, dopo l'esecuzione dell'impalcato di copertura potrà essere effettuato lo scavo della porzione di terreno contenuta tra le paratie laterali, l'impalcato e la platea di fondo.

Anche in questo caso, lo spessore massimo ammissibile per il terreno di copertura è di 6 m. Nel caso in cui la distanza tra l'estradosso dell'impalcato di copertura e il piano di campagna sia maggiore di 6 m si procederà alla variazione della quota del piano di campagna o alla realizzazione di solette intermedie che realizzino una galleria artificiale a doppia altezza. In entrambi i casi dovrà essere dettagliatamente motivata la scelta tipologica effettuata.

Nel presente caso dovrà essere sempre prevista la realizzazione di una controparete in c.a. a contatto con la paratia laterale, ancorata alla paratia, alla platea di fondo e all'impalcato di copertura.

Per quanto riguarda il conglomerato cementizio gettato in opera valgono le prescrizioni riportate nella sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

## 2.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di lavorazione connesse con la costruzione di gallerie.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione della difficoltà e importanza dell'opera.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione dei materiali incontrati negli scavi.

## 2.2 Scavi a cielo aperto

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

#### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

### b) Prove in sito

#### Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

#### Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni, nonché l'individuazione della orientazione e delle caratteristiche delle discontinuità presenti.

Per tali rilievi, si ritengono valide le indicazioni riportate al punto 2.2.3 e successivi, della sezione "sondaggi e prove in sito" del presente Capitolato.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere supportate da apposito verbale e mediante l'ausilio di un opportuno rilievo lito-stratigrafico.

### 2.3 Scavi a foro cieco

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

##### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

In sito nel caso di terreni si dovrà procedere al rilievo dell'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Nel caso di ammassi rocciosi si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e le reali situazioni incontrate mediante l'impiego di opportune classificazioni tecniche, la dove applicabili.

Per tali rilievi, si ritengono valide le indicazioni riportate al punto 2.2.3 e successivi, della sezione "sondaggi e prove in sito" del presente Capitolato.

Nel caso di ammassi a comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di un terreno, le suddette metodologie dovranno essere integrate.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere supportate da apposito verbale e mediante l'ausilio di un opportuno rilievo stratigrafico.

La frequenza delle prove e dei rilievi dovrà essere la seguente :

- all'inizio dei lavori da ciascun imbocco;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni 10 m di avanzamento dello scavo;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

### 2.4 Controlli tenso-deformativi

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivanti dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio ha lo scopo di:

- verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, in corso d'opera, tra le stesse previsioni e le prestazioni/comportamento del terreno nell'intorno della galleria e delle strutture di rivestimento, nonché di definire le classi di scavo;
- assicurare che l'opera espliciti le sue funzioni, risultando idonea all'esercizio, resistente e stabile senza riduzioni significative della sua integrità o manutenzioni non previste.

Prima dell'inizio dell'esecuzione delle opere dovrà essere formulato dal Direttore dei Lavori un Piano di Monitoraggio per il controllo del comportamento del terreno e delle strutture sia durante i lavori che in fase di esercizio.

Dovranno inoltre essere chiaramente indicate le ipotesi formulate per la valutazione delle componenti di spostamento, delle deformazioni e delle sollecitazioni indotte nel terreno e nelle strutture.

Dovranno inoltre risultare dallo stesso piano le ipotesi sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni, che dovranno essere verificate sulla base delle misure che saranno svolte nel corso dei lavori.

Dovrà infine essere indicato nel piano il periodo di tempo nel quale devono essere proseguite le misure durante l'esercizio.

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

La lettura e la interpretazione delle misurazioni durante la costruzione e sino alla data di emissione del certificato di collaudo finale, questa compresa, saranno eseguite a cura dell'Impresa.

Le misure sono tra l'altro volte a determinare:

- le deformazioni indotte nel terreno (naturale o consolidato) o nell'ammasso roccioso, durante le operazioni di scavo;
- i valori e le variazioni delle pressioni neutre nel terreno o nell'ammasso roccioso;
- le deformazioni e le tensioni indotte nelle strutture di rivestimento (di prima fase e definitivo) e negli elementi di rinforzo e stabilizzazione;
- i carichi agenti sulle strutture.

Gli strumenti di misura e le sezioni strumentate da adottare dipendono dalla complessità della situazione geologico-geotecnica, con particolare riguardo alle specifiche condizioni geosturali, morfologiche ed idrogeologiche, nonché al previsto comportamento tensio-deformativo del terreno e delle strutture.

La rapidità e la correttezza delle misure assumono fondamentale importanza ed impongono la presenza costante in cantiere di personale qualificato. La decisione circa le eventuali variazioni da introdurre rispetto a quanto previsto in progetto ed in particolare circa gli eventuali interventi integrativi da adottare, dovranno essere assunte rapidamente sentito il Progettista, e dovranno derivare dall'accurata interpretazione dei dati ottenuti.

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

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

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

I sistemi di monitoraggio dovranno essere concepiti in modo da realizzare il massimo di modularità e interfacciabilità possibile al fine di poter effettuare la centralizzazione dei dati in punti diversi della galleria o all'esterno.

Per ciascuno strumento il Progettista dovrà definire in quale momento procedere alla lettura di zero, e cioè alla definizione della configurazione di riferimento rispetto alla quale confrontare tutti i valori che andranno determinati in seguito.

La lettura degli strumenti e l'interpretazione delle misure saranno eseguite il più rapidamente possibile da personale qualificato.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle principali tipologie di misurazione cui di norma si ricorre per il monitoraggio in galleria.

#### Misure dall'interno del cavo (in corso d'opera)

##### *Misure di convergenza tradizionali*

Consistono nel determinare la variazione di distanza tra due punti sulle pareti (opposte) del cavo.

Lo strumento comparatore è costituito da un nastro centimetrato in invar montato su telaio, un sistema meccanico di tensionamento, un comparatore a lettura centesimale ed un telaio di calibrazione.

La misura si effettua stendendo il nastro, agganciandone l'estremità sui bulloni a testa filettata sigillati nei punti di misura e tensionando il nastro stesso: la misura viene effettuata sul comparatore.

I chiodi a testa filettata devono essere di lunghezza almeno pari a 1 m ed essere solidali con il terreno ai contorni. La precisione della misura è 0.1 mm.

##### *Misure di convergenza con mire ottiche*

Consistono nel determinare la variazione in valore assoluto della distanza di uno o più punti di misura posizionati sulle pareti (opposte) del cavo oppure sul fronte di avanzamento (misure di estrusione).

I punti di misura sono costituiti da prismi ottici o da mire ottiche reticolate traggurate mediante un teodolite o distanziometro.

La misura si effettua come una normale triangolazione di precisione. La precisione della misura è pari a 1 mm.

L'elaborazione dei dati consente di risalire alla deformata del profilo di scavo ed agli spostamenti del fronte, nonché di valutarne l'evoluzione nel tempo.

##### *Misure estensimetriche con estensimetri monobase o multibase*

Consistono nel determinare la distribuzione delle deformazioni nel terreno.

L'estensimetro è costituito da una testa di riferimento posta a boccaforo e da uno o più basi collegate con la testa di riferimento mediante barrette o astine, installate in un foro di piccolo diametro realizzato nel terreno al contorno del cavo.

Le misure degli spostamento tra le barrette o astine, solidali con le basi, e la testa di riferimento sono effettuate per mezzo di un comparatore meccanico o altro strumento di pari precisione (per es. un trasduttore di spostamento LVDT o a corda vibrante).

La precisione dello strumento di misura è 0.01 mm.

#### *Determinazione della pressione di contatto terreno-struttura (celle di pressione)*

Si determina la pressione di contatto tra il terreno, al contorno del cavo, e le strutture ovvero tra i rivestimenti di prima fase e quelli definitivi.

Le celle di pressione sono formate da due piastre saldate tra loro lungo il perimetro. Lo spazio tra di esse è riempito di liquido ed è collegato ad un trasduttore di misura.

Il carico agente sulle piastre viene trasmesso al trasduttore, trasformando le variazioni di pressione in spostamento o deformazioni di una membrana'.

La misura viene eseguita usando un comparatore meccanico, un trasduttore di spostamento o un trasduttore di pressione. Le celle di pressione possono essere installate sia per le misure di sforzi radiali che tangenziali.

La precisione è 0.25% del fondo scala.

#### *Misure di estrusione del fronte di scavo*

Consentono di rilevare in continuo gli spostamento assiali relativi di una serie di basi di misura.

Le misure vengono effettuate in un tubo in PVC munito di appositi ancoraggi anulari a distanza di 1 m l'uno dall'altro, che vengono resi solidali con il terreno circostante tramite un'iniezione di malta espansiva.

Le misure delle variazioni di distanza tra le coppie di ancoraggi adiacenti vengono effettuate mediante una sonda munita di due teste sferiche che, durante il passaggio nel foro, vanno in battuta contro gli ancoraggi conici.

La precisione è 0.003-0.02 mm/m.

#### *Misure dall'interno del cavo (in esercizio)*

##### *Misure di deformazione (estensimetri da calcestruzzo)*

Consistono nella misura delle deformazioni che avvengono nei rivestimenti definitivi e della loro evoluzione nel tempo. Gli estensimetri possono essere del tipo a resistenza elettrica o a corda vibrante e vengono collegati ad una centralina di misura.

L'installazione va effettuata in più punti all'interno del rivestimento.

Gli estensimetri devono essere montati a coppie in direzione tangenziale alla superficie della galleria prima del getto del rivestimento definitivo.

La precisione è 0.5% del fondo scala.

##### *Determinazione della sollecitazione in parete (martinetto piatto)*

Si determina la sollecitazione circonferenziale agente all'intradosso del rivestimento definitivo.

Il rilascio delle tensioni, provocato da un intaglio eseguito in direzione normale alla superficie della struttura, determina una parziale chiusura dell'intaglio stesso che viene rilevata tramite misure di spostamento.

Viene quindi inserito nell'intaglio uno speciale martinetto piatto, la cui pressione interna viene gradualmente aumentata fino ad annullare lo spostamento prima misurato (cioè ripristinando lo stato tensionale preesistente).

Le misure di spostamento vengono eseguite su diverse basi mediante estensimetro meccanico rimovibile oppure trasduttori elettrici di spostamento. La precisione della lettura è 0.1 % del fondo scala.

##### *Misure dall'esterno del cavo (in corso d'opera e in esercizio)*

##### *Misure assestometriche*

Consistono nel determinare le deformazioni indotte nei terreni di copertura della galleria a seguito dello scavo.

L'assestometro è costituito da una serie di barre a diversa lunghezza installate e rese solidali con il terreno in un foro di sondaggio realizzato dal piano campagna.

Le misure di spostamento sono effettuate per mezzo di un comparatore meccanico.

La precisione è 0.25% del fondo scala.

##### *Misure topografiche*

Consistono nel determinare in concomitanza con lo scavo delle gallerie le variazioni di quota di punti ubicati sul piano campagna.

Le misure sono effettuate attraverso una livellazione topografica e triangolazione di precisione. La precisione è 1 mm.

##### *Misure inclinometriche*

Consistono nel determinare il decorso, nel tempo, degli spostamento del terreno nell'intorno della galleria in seguito allo scavo.

Le misure sono effettuate mediante una sonda inclinometrica fatta scorrere in un tubo scanalato reso solidale con il terreno all'interno di un foro di sondaggio.

La precisione è 0.2 mm/m.

##### *Misure estenso-inclinometriche*

Consistono nel determinare, nel tempo, gli spostamento del terreno, secondo tre direzioni tra di loro ortogonali, nell'intorno della galleria in seguito allo scavo.

Le misure sono effettuate mediante una sonda estenso-inclinometrica fatta scorrere in un apposito tubo munito di ancoraggi posti a distanza di 1 m l'uno dall'altro.

Il tubo è reso solidale con il terreno all'interno di un foro di sondaggio che non deve scostarsi più di 3° dalla verticale.

La precisione della funzione estensimetrica è pari a 0.003 mm/m.

La precisione della funzione inclinometrica è di 0.05 mm/m.

#### *Misure della pressione interstiziale e del livello di falda*

Consistono nella determinazione della pressione interstiziale nel terreno.

Le misure sono effettuate mediante piezometri installati in foro: a tubo aperto, del tipo Casagrande, o muniti di celle (elettriche, a corda vibrante, pneumatiche).

La precisione è 0.2 - 0.5% del fondo scala.

La scelta del tipo di piezometro è strettamente vincolata alla natura del terreno.

### **2.4.1 Monitoraggio in corso d'opera**

Dovranno essere individuate delle sezioni strumentate/stazioni di misura che, nelle varie tratte da analizzare, forniranno i dati necessari per le decisioni operative da assumere durante l'esecuzione dei lavori.

A tale scopo l'analisi strumentale, corredata dalle osservazioni e dai controlli che saranno condotti contestualmente nei riguardi delle condizioni geotecniche dovrà consentire di valutare i seguenti parametri:

- luce libera di scavo;
- convergenza totale del cavo;
- gradiente di deformazione;
- stabilità dei fronte di scavo.

In linea generale le stazioni di misura sono:

- Stazioni per gli imbocchi e per le gallerie superficiali (urbane ed extraurbane);
- Stazioni fondamentali;
- Stazioni principali;
- Stazioni secondarie;
- Stazioni al fronte di scavo.

#### *Stazioni per gli imbocchi e per gallerie superficiali, urbane ed extraurbane*

Queste stazioni dovranno essere predisposte, anche ai fini di verificare le condizioni di stabilità dei versanti, prima dell'inizio delle operazioni di scavo.

A tale scopo gli strumenti di misura, posizionati dal piano campagna, dovranno essere installati a profondità sufficiente da indagare il comportamento tensio-deformativo del terreno e le relative condizioni piezometriche, anche nella zona sottostante la galleria, tenendo sempre conto delle previsioni al riguardo formulate in sede di progetto.

Dovrà inoltre essere assicurato il controllo, sia a breve che a lungo termine, degli eventuali fabbricati, delle strade o preesistenze in genere, che potrebbero insistere sul versante.

Tale stazione sarà composta, di norma, nel seguente modo (Le misure di convergenza in galleria, in queste stazioni ed in quelle descritte nel seguito, saranno di norma eseguite ricorrendo alla tecnica delle mire ottiche removibili; sarà tuttavia individuata in ciascuna tratta almeno una stazione in cui, per motivi di confronto e validazione dei dati, si ricorrerà alle misure di tipo tradizionale con nastro di convergenza):

#### all'interno del cavo:

n. 6 mire ottiche removibili, sul profilo della galleria, tali da consentire la lettura mediante strumento topografico di precisione le letture dovranno essere condotte immediatamente prima dell'esecuzione degli eventuali interventi e ad ogni sfondo;

n. 2 celle di carico idrauliche, installate al di sotto del piede delle centine e finalizzate a valutare il carico sul rivestimento di prima fase durante gli avanzamenti.

La lettura di 'zero' andrà effettuata quando la centina stessa sarà collegata con tutte le catene alla centina adiacente e subito dopo la posa dello spritz beton;

n. 5 celle di pressione radiali, poste a contatto tra il terreno ed il rivestimento di prima fase: le celle saranno messe in opera nello spazio compreso tra due centine; la lettura di "zero" andrà effettuata non prima di 8 ore dalla posa in opera dello spritz beton; le successive letture andranno effettuate ad ogni sfondo completo.

#### All'esterno del cavo:

n. 3 assestimetri multibase: la quota assoluta della testa degli assestimetri deve essere rilevata mediante livellazione di precisione; la lettura di "zero" dovrà essere eseguita non prima di 10 giorni dalla cementazione dei tubi di misura; prima di ogni serie di misure ed al termine di esse dovrà essere effettuata una misura di calibrazione con l'apposito dispositivo di taratura;

n.1 inclinometro: la quota assoluta della testa del tubo inclinometrico deve essere rilevata mediante livellazione di precisione con frequenza minima ad ogni sfondo e, una volta passato il fronte, che avrà raggiunto una distanza almeno pari a 5 volte il diametro della galleria, con frequenza maggiore, da definire in base al comportamento emerso; n. 1

piezometro: la quota della falda deve essere misurata tutti i giorni per tutta la durata del cantiere.

### Stazioni fondamentali

La stazione fondamentale dovrà permettere di valutare, analizzare e controllare il comportamento del terreno nell'intorno del cavo, durante tutte le fasi di lavoro, prima, durante e dopo il passaggio del fronte di scavo sulla stessa stazione di misura, fino al completamento della galleria e durante il suo esercizio.

Essa dovrà essere mantenuta operativa anche in fase di esercizio collegando opportunamente la centralina di lettura della strumentazione con l'esterno o in una nicchia adiacente.

La messa in opera degli strumenti all'interno del cavo verrà eseguita immediatamente dopo il passaggio del fronte di scavo con lettura immediata di "zero".

Le letture proseguiranno con cadenze che saranno definite in relazione alle modalità operative ed alle verifiche da effettuare, nonché ai dati che si intende raccogliere.

La stazione sarà composta, di norma e quando la copertura lo consenta ( $h < 60-70$  m), nel seguente modo:

#### all'esterno del cavo:

come per la stazione per gli imbocchi

#### all'interno del cavo:

- n. 6 mire ottiche removibili;
- n. 3 estensimetri multibase (se del tipo cementato in foro, la lettura di "zero" dovrà essere eseguita non prima di 10 giorni dalla cementazione);
- n. 2 celle di carico idrauliche installate al di sotto del piede delle centine;
- n. 4 celle di pressione radiali;
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo in avanzamento (eventuale), di lunghezza almeno pari a 60 m

Quando la copertura (h) supera i limiti precedentemente riportati, la stazione sarà realizzata solo all'interno del cavo.

### Stazioni principali

La stazione sarà di norma così composta:

- n. 6 mire ottiche removibili;
- n. 2 celle di carico idrauliche -installate al di sotto del piede delle centine;
- n. 5 celle di pressione radiali.

### Stazioni secondarie

La stazione sarà di norma così composta:

n. 6 mire ottiche removibili

### Stazioni al fronte di scavo

La stazione dovrà essere, di norma, così composta:

- n. 9 mire ottiche removibili, posizionate quando si verifica un fermo cantiere di almeno 24-36 ore; la lettura di "zero" dovrà essere effettuata immediatamente, in modo che le successive letture siano condotte con frequenza di 1 lettura almeno ogni 2 ore; le mire ottiche andranno riposizionate sul fronte di scavo ad ogni fermo cantiere;
- n. 1 estensimetro per le misure di estrusione del fronte di scavo, di lunghezza 30 m, con punti di misura ogni metro, inserito in posizione orizzontale al centro del fronte, immediatamente dopo l'eventuale intervento di stabilizzazione, in direzione parallela all'asse della galleria.

#### **2.4.1.1 Interpretazione e verifica in corso d'opera**

In corso d'opera dovrà essere sistematicamente analizzata e documentata, sulla base dei rilievi tensio-deformativi, della valutazione della situazione geologica e geotecnica (geomeccanica), nonché in funzione delle lavorazioni condotte secondo le fasi e le cadenze stabilite in progetto, la corrispondenza con le ipotesi progettuali.

L'elaborazione dei dati e la loro interpretazione dovrà condurre ad una verifica delle condizioni previste in progetto e ad una taratura degli interventi attribuiti alle singole sezioni di scavo.

A tal fine i monitoraggi dovranno consentire di:

- determinare l'appartenenza o meno di una particolare condizione del terreno ad una data classe di scavo;
- verificare che i livelli di deformazione, di luce libera di scavo, di gradiente di deformazione e di stabilità del fronte siano corrispondenti a quelli definiti in progetto per le classi stesse;
- decidere, in tempi cantieristicamente accettabili, gli eventuali provvedimenti operativi da assumere in seguito alle misurazioni.

Gli obiettivi, la frequenza del posizionamento delle sezioni, la frequenza delle letture e la durata di installazione e lettura delle singole stazioni sono indicate nella Tabella I, alla quale si farà riferimento in via orientativa.

Il rilievo geologico-geomeccanico del fronte di scavo non è discriminante per la determinazione delle classi di scavo o per la scelta degli interventi in galleria ma ha esclusiva funzione documentaria qualitativa.

Per quanto riguarda i valori di deformazione attribuiti alle singole classi di scavo ed in relazione ai sistemi di misura adottati, si precisa che per le misure topografiche con mire ottiche removibili e le misure di convergenza vale quanto segue:

- le deformazioni attese si riferiscono ad una qualsiasi delle basi di misura;
- il gradiente di deformazione si riferisce alla velocità di deformazione di una qualsiasi delle basi di misura;



- le mire ottiche utilizzate per il controllo delle convergenze del cavo devono essere posizionate a distanza non superiore a 100 cm dal fronte di scavo;
- la lettura di "zero" dovrà essere immediata;
- la frequenza delle letture sarà funzione delle fasi lavorative e delle tecniche adottate e comunque sarà di norma così definita: 0 - 4h - 8h - 16h - 24h - 36h - 48h - 72h;
- i chiodi di convergenza dovranno essere lunghi almeno 1 m e resi solidali con il terreno al contorno.

Tabella I - Caratteristiche delle Stazioni

stazione	Posizione	Letture	Durata
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	Ogni 100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali extraurbane	Ogni 250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Per tutta la durata del cantiere
Fondamentali	Ogni 1000 m o meno	Giornaliera (se significativa) o superiore	Fino al collaudo (Strumentazione esterna)
Principali	500 m o meno	Giornaliera o inferiore	Oltre il passaggio del fronte ( $\geq 5$ diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Secondarie	Ogni 50 m o meno	Ogni fase lavorativa o inferiore	Oltre il passaggio del fronte (3 diametri) o fino al getto del rivestimento definitivo
Monitoraggio al fronte	Ogni campo di lavoro	Ogni 10 m	Fino al getto del rivestimento definitivo
Rilievo del fronte di scavo (in terreni sciolti e lapidei)	Ogni 10 m	Ogni 10 m	-----

#### 2.4.2 Monitoraggio in fase di esercizio

Le stazioni di misura da utilizzare in fase di esercizio, installate sia all'esterno che all'interno della galleria, sono volte a determinare:

- le deformazioni nel terreno intorno al cavo;
- le sollecitazioni nel rivestimento definitivo;
- le pressioni neutre nel terreno.

Le stazioni di misura dovranno essere articolate come segue:

- Stazioni per gli imbocchi e per gallerie superficiali urbane ed extraurbane;
- Stazioni fondamentali;
- Stazioni principali;
- Stazioni per gallerie rivestite in conci prefabbricati.

#### Stazioni per gli imbocchi e per gallerie superficiali, urbane ed extraurbane

La stazione dovrà essere, di norma, così composta:

- n. 5 celle di pressione radiali;
- n. 12 estensimetri da calcestruzzo, da installare in direzione circonferenziale; le misure saranno effettuate per mezzo di apposita centralina a registrazione automatica dei dati; gli estensimetri dovranno inoltre essere dotati di idonea apparecchiatura per il contemporaneo rilievo della temperatura. (Per la strumentazione all'esterno del cavo è valido quanto riportato nella corrispondente sezione del monitoraggio in corso d'opera).

#### Stazioni fondamentali

La stazione dovrà essere di norma composta da n. 4 martinetti piatti, incluso un taglio longitudinale in chiave.

(Per la strumentazione all'esterno ed all'interno del cavo, dove le coperture lo consentano ( $h=60-70$  m) si veda quanto riportato già nella corrispondente sezione del monitoraggio in corso d'opera.

Analogamente nel caso di coperture maggiori.

### Stazioni principali

La stazione dovrà essere, di norma, attrezzata con n. 12 estensimetri da calcestruzzo.

### Interpretazione e verifica in esercizio

L'interpretazione delle misure effettuate sui rivestimenti definitivi, in base al complesso delle prove eseguite, dovrà permettere di definire il campo tensio-deformativo esistente nella struttura stessa ed il più verosimile sistema di carichi esterni che lo determinano.

A tale scopo l'interpretazione si dovrà articolare come segue:

- determinazione dei legami funzionali tra i risultati di prova e lo stato tensio-deformativo nella struttura;
- determinazione dei legami funzionali tra situazione tensio-deformativa e carichi esterni, ipotizzando per il rivestimento un comportamento di tipo elastico lineare;
- analisi numerica dei risultati delle misure al fine di determinare la configurazione dei carichi esterni agenti sul rivestimento e il campo tensio-deformativo ad essa associato;
- valutazione delle condizioni di sicurezza della galleria.

Le procedure per le letture, la frequenza delle stazioni e le fasi operative per la migliore interpretazione dei dati, i cui livelli minimi sono comunque previsti nella Tabella 2.

Dovranno inoltre essere preventivamente definite le ulteriori verifiche necessarie e gli interventi successivi da eseguire nel caso dette sollecitazioni risultino incompatibili con i limiti indicati come sollecitazione ammissibile.

Tabella 2 - Caratteristiche delle Stazioni

Stazione	Posizione	Letture (*)	Durata (*)
Imbocchi	Per ogni imbocco	Giornaliera	Per tutta la durata del cantiere
Gallerie superficiali urbane	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Gallerie superficiali extraurbane	250 m o meno	Giornaliera o inferiore	Fino al collaudo
Fondamentali	1000 m o meno	Giornaliera (se significativa)	Fino al collaudo
Principali	500 m o meno	Giornaliera	Fino al collaudo
Monitoraggio conci prefà	100 m o meno	Giornaliera o inferiore	

(\*) Letture da effettuare, dopo il collaudo, con frequenza semestrale o inferiore, per la vita dell'opera

### **2.5 Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate e scalette di rinforzo**

Ogni lotto di materiale impiegato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del attestanti la conformità alla normativa vigente.

I materiali sprovvisti dei suddetti certificati non potranno essere posti in opera.

In corso d'opera si dovrà verificare il corretto posizionamento dell'armatura e la sua corrispondenza con i disegni di progetto, nonché la corretta esecuzione delle giunzioni.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati.

Tali prove saranno a cura dell'Impresa.

### **2.6 Ancoraggi**

Nella realizzazione degli ancoraggi si potranno impiegare i seguenti materiali:

a) Armature metalliche:

- Trefoli tipo c.a.p.
- Barre in acciaio ad aderenza migliorata o tipo Dywidag (o simile)

b) Apparecchi di testata

- Dispositivi di bloccaggio dei trefoli
- Bulloni

c) Miscele di iniezione

- Cemento
- Inerti
- Acqua d'impasto
- Additivi

d) Dispositivi di protezione

- Guaine in materiali plastici

- Centratori e distanziatori
- Dispositivi per l'iniezione
- Resine
- Vetrosine

*Trefoli tipo c.a.p. e barre in acciaio ad aderenza migliorata o tipo Dywidag (o simili)*

I trefoli e le barre, che dovranno provenire da fornitore qualificato, dovranno risultare conformi alle specifiche riportate rispettivamente al punto 1.1.3.2 del presente Capitolato.

Il fornitore dovrà allegare per ogni lotto di fornitura la documentazione prescritta per i trefoli e per la qualificazione degli acciai di armatura.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

*Apparecchi di testata: Dispositivi di bloccaggio e bulloni*

Il fornitore, dovrà emettere per ogni lotto di fornitura le necessarie certificazioni attestanti la conformità alla normativa vigente, e precisamente:

- allegato "B" della Circolare Min. LL.PP., 30/06/80 per i dispositivi di bloccaggio;
- al D.M. del 9/01/95 parte II - Par 2.5 per i bulloni.

I materiali sprovvisti dei suddetti certificati non potranno essere posti in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

*Prove sull'aggressività dell'ambiente*

Allo scopo di poter definire le caratteristiche del cemento, costituente le miscele, si dovrà accertare della reale aggressività fisico-chimica del terreno sul quale si eseguiranno gli ancoraggi.

Le prove, che saranno condotte da un laboratorio di cantiere consisteranno nella misura dei seguenti valori:

- |   |            |
|---|------------|
| - valore di pH  | < 6        |
| - grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda | < 3 ° F    |
| - contenuto in CO <sub>2</sub> disciolta                | > 30 mg/l  |
| - contenuto in NH <sub>4</sub>                          | > 30 mg/l  |
| - contenuto in Mg <sup>++</sup>                         | > 300 mg/l |
| - contenuto in SO <sup>-</sup>                          | > 600 mg/l |
- (oppure > di 6000 mg/kg di terreno sciolto)

Gli esiti delle prove saranno comunque comunicati alla DL per conoscenza.

L'ambiente verrà considerato aggressivo nei riguardi del cemento, se è verificata una sola delle condizioni precedentemente riportate.

*Miscela cementizie*

*Preparazione dei provini e prove sulle miscele cementizie*

Si dovranno eseguire, eventualmente in presenza della DL gli impasti di prova della miscela cementizia, secondo le indicazioni previste in progetto.

Verranno effettuati 3 impasti di prova consecutivi, dai quali verranno confezionati n.8 cubetti, per ognuno di essi, da sottoporre alle seguenti prove:

- n. 1 per determinazione del peso specifico
- n. 1 per determinazione della viscosità Marsch
- n. 1 per prova di decantazione a 24 ore
- n. 1 per misurazione del tempo di presa
- n. 2 per prova di resistenza a compressione a rottura
- n. 1 di riserva
- Resistenza a compressione a 7 giorni e 20 °C ± 1 ≥ 15 MPa
- Peso specifico p ≥ 90% del peso spec. Teorico
- Acqua separata per decantazione: max 2% in volume, dopo che la miscela è mantenuta a riposo per tre ore e deve essere completamente riassorbita nelle 24 ore successive. La prova viene eseguita versando 300 ml di miscela in un cilindro di 56 mm di diametro e 140 mm di altezza.
- Fluidità: si controlla mediante il cono di Marsh (diametro ugello: 13 mm) dove il tempo di percolamento deve essere compreso tra 10 - 30 sec.
- Tempo di presa: il tempo di inizio presa, misurato secondo le indicazioni del D.M. 03/06/68, a 20 °C, deve essere superiore a tre ore. Mentre il tempo di fine presa a 5 °C deve essere inferiore a 24 ore.

I risultati delle prove eseguite verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Su tale relazione si dovrà riportare:

- Elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo, e qualità dei medesimi;

- Certificati dei materiali costituenti la miscela di impasto;
- Tipo e dosaggio del cemento;
- Rapporti acqua/cemento;
- Tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione;
- Caratteristiche dell'impianto di confezionamento.

La documentazione dovrà essere fornita alla DL, che procederà all'eventuale approvazione.

L'approvazione tuttavia, non solleva l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle Norme vigenti.

#### *Guaine in materiale plastico*

Le guaine dovranno provenire da fornitori qualificati, i quali dovranno allegare ad ogni lotto di fornitura la certificazione, del materiale fornito.

Si dovrà verificare che i diametri di guaina ordinati siano congruenti con i diametri dei trefoli da impiegare.

I materiali sprovvisti di tale documentazione non potranno essere posti in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

#### *Dispositivi di iniezione*

La fornitura certificata dal fornitore come conforme alle specifiche riportate nel punto 1.1.3.2 del presente Capitolato.

Egli inoltre deve allegare alla fornitura una dichiarazione sull'effettuato controllo di perfetta efficienza delle valvole, per ogni dispositivo fornito.

I materiali sprovvisti di tale documentazione non potranno essere posti in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

#### *Resine*

Le resine da impiegare negli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta.

Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- Le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche,
  - I tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri,
  - La certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione,
- Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:
- Misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a 20°C
  - Misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purchè determinato secondo le modalità di cui sopra.
  - Misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite  $\geq 5\%$  del peso iniziale.
  - Prove di resistenza a trazione delle resine indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm.)

La riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita in aria.

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla DL, i materiali sprovvisti di tale documentazione non potranno essere posti in opera.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Impresa.

#### *Vetroresine*

Il produttore di manufatti deve fornire la documentazione delle vetroresine che saranno impiegate per la realizzazione degli elementi di rinforzo, così come previsto al punto 1.1.5.1 del presente Capitolato.

In accordo alla tabella riportata nel punto precedentemente richiamato, il produttore dei manufatti in vetroresina deve fornire le certificazioni delle seguenti prove sulla vetroresina impiegata:

- peso specifico, secondo UNI 7092/72
- resistenza a trazione, secondo UNI 581 9166
- resistenza a flessione, secondo UNI 7219/73
- resistenza a compressione, secondo UNI 4279/72
- Modulo di elasticità, secondo UNI 581 9166

Il produttore dovrà inoltre certificare che:

- il contenuto in vetro sia conforme ai limiti richiesti;
- i profilati a sezione cava prodotti abbiano uno spessore interno non inferiore a 5 mm.

Tutta la documentazione prodotta dovrà essere consegnata alla DL.

La DL potrà richiedere ulteriori prove per accertare le volute caratteristiche dei materiali.

### *Controlli in corso d'opera*

Prima dell'inizio dei lavori di iniezione di cementazione degli ancoraggi, si dovrà comunicare per iscritto alla DL la data prevista per i lavori.

### *Predisposizione degli ancoraggi per prove di carico a rottura*

Si dovrà predisporre la realizzazione di ancoraggi supplementari da destinare alle prove di carico a rottura.

Gli ancoraggi per le suddette prove distruttive non dovranno appartenere alla struttura da consolidare, ma eseguiti nello stesso sito e nella stessa situazione geologico-geotecnica (geomeccanica) con le stesse modalità costruttive di quelli di esercizio.

Gli ancoraggi per le prove a rottura dovranno essere realizzati nei casi e nelle quantità prescritte nel punto 1.1.3.2.

### *Prove di carico a rottura*

Le prove di carico a rottura, eventualmente da realizzare su ancoraggi preliminari di prova, saranno obbligatorie ogni qualvolta il numero totale di ancoraggi da realizzare sia:

- $n > 30$  nel caso di tirante
- $n > 50$  nel caso di barre o bulloni.

Per ogni tipo di ancoraggio e per ogni tipo di terreno o sito, si eseguiranno prove di rottura in numero:

- di 3 tiranti ogni 100, o frazione di 100,
- di 2 barre o bulloni ogni 100, o frazione di 100, e comunque non meno di 5 unità per zone omogenee di ammasso
- pari almeno al 4% dei chiodi, e comunque non meno di 5 unità per zone omogenee di ammasso.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti ancoraggi, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Impresa.

### *Perforazioni*

Si dovrà verificare che per ogni tirante, barra o bullone posto in opera, l'Impresa dovrà fornire una scheda contenente, le seguenti informazioni:

modalità di perforazione (utensili, fluido, rivestimenti)

tipo e caratteristiche dell'armatura

tipo e modalità dell'iniezione

valori di tensionamento

### *Predisposizione ed inserimento degli ancoraggi*

Si dovrà verificare che:

- tutti gli equipaggiamenti da immettere nel foro, siano essi tiranti, barre o chiodi, siano dotati delle attrezzature di corredo necessarie e prescritte dal progetto e dal Capitolato di Costruzione (ad esempio per i tiranti: testata, guaina di isolamento, sacco otturatore).
- Le dimensioni dei trefoli, delle barre o dei chiodi siano pari a quelli previsti in progetto.

Nel caso di allestimento di ancoraggi con tiranti o barre, da assoggettare a prova di carico a rottura, si dovrà verificare che gli ancoraggi sia stati realizzati secondo le caratteristiche della prova.

- Siano presenti le certificazioni previste, per ogni parte costituente l'equipaggiamento di ancoraggio.
- L'ancoraggio sia stato approntato nella maniera prescritta, come ad esempio sia stata adeguatamente ingrassata la superficie di contatto tra guaina e tratto libero di un tirante o di una barra.

### *Controlli sulle miscele cementizie*

In sede di posa in opera si dovranno effettuare le seguenti attività:

prelievo dei campioni, per ogni lotto di miscela preparata per le prove di compressione monoassiale.

Correlazione tra il lotto, identificato dalla sua certificazione accompagnatoria e dai provini prelevati per le prove, e il numero identificativo degli ancoraggi per cui è impiegato.

Verifica della fluidità ad ogni impasto, tale valore si potrà scostare al massimo di  $\pm 5$  secondi da quello misurato sulla miscela iniziale.

Essudazione, all'inizio di ogni giornata lavorativa e comunque ogni 50 ancoraggi.

### *Iniezione di miscele cementizie per cementazione di 1° fase*

Si dovrà verificare che avvenga il riempimento del foro, dell'eventuale sacco otturatore e del bulbo interno per tiranti definitivi.

### *Iniezione selettive a pressioni e volume controllati di miscele cementizie*

Verificare che la pressione di apertura della valvola del tubo iniettore non superi i 60 bar.

Controllare che venga raggiunta in ogni iniezione la pressione di rifiuto.

Controllare che la pressione sia tale da non superare quella di "ciaquage" del terreno.

### *Iniezioni di resine*

Si dovrà controllare:

L'esistenza in cantiere delle prescrizioni del produttore sui dosaggi dei componenti delle resine.

Che sia stato predisposto il tubo di sfiato.

Al termine dell'iniezione verificare che lo sfiato sia opportunamente occluso.

### *Tensionamento degli ancoraggi e collaudi*

La DL dovrà essere presente a tutte le fasi di messa in tensione e di collaudo di ogni singolo ancoraggio.

Ai sensi della procedura di messa in tensione si farà riferimento ai seguenti carichi:

No = 0.1 Nes = forza di allineamento

Nes = forza di esercizio

Nc = 1.2 Nes = forza di collaudo

Nt = forza di tesatura.

il tensionamento avverrà attraverso le seguenti fasi:

- Viene applicato il carico di allineamento No; la corrispondente deformazione farà da riferimento per la misura dei successivi allungamenti.
- Il campo Nc - No viene diviso in  $n \geq 6$  gradini, N; ad ogni gradino si misureranno le corrispondenti deformazioni a carico costante mantenuto per un tempo:  
 $t \geq 5$  minuti per ancoraggi in roccia o in terreni incoerenti;  
 $t \geq 15$  minuti per ancoraggi nei terreni coesivi
- Raggiunto il carico Nc, il tirante viene scaricato sino al valore No, misurando il relativo allungamento residuo.
- Vengono inseriti i dispositivi per il bloccaggio e si provvede ad applicare il carico Nt.

Qualora non sia prevista l'esecuzione della prova di collaudo il carico di tensionamento viene applicato durante la fase "b", avendo suddiviso il campo Nt - No in  $n \geq 3$  gradini N.

Per ciascun ancoraggio collaudato e/lo messo in tensione, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la relativa documentazione, completa di tabelle e grafici.

Si dovrà verificare che le apparecchiature utilizzate per i tensionamenti di prova di collaudo siano provviste di certificato di taratura emesso da un Laboratorio Ufficiale;

Si dovrà verificare che l'entità dei carichi applicati, le modalità e i tempi di applicazione, sia in conformità con quanto sopra indicato. Si dovrà verificare che le letture strumentali vengano fatte correttamente e con il grado di precisione richiesto. Si dovrà verificare che vengano applicati i dispositivi di bloccaggio.

Per ogni tirante eseguito l'Impresa dovrà fornire una scheda contenente le seguenti Indicazioni:

- n. del tirante e data di esecuzione
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
  - utensile
  - fluido
  - rivestimenti
- caratteristiche del tirante (armatura, lunghezza della fondazione) volume dell'iniezione di 1<sup>a</sup> fase
- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - data
  - pressioni di apertura
  - volumi di assorbimento
  - pressioni raggiunte
- caratteristiche della miscela utilizzata:
  - composizione
  - peso specifico
  - viscosità Marsh
  - rendimento volumetrico o decantazione
  - dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura
- allungamento sotto il carico di collaudo
- valore della forza di tensionamento.

### *Controlli durante le prove a rottura*

La DL dovrà essere presente a tutte le fasi di prova a rottura di ogni singolo ancoraggio e dovrà verificare che: le apparecchiature utilizzate per l'applicazione dei carichi siano provviste di certificato di taratura emesso da un Laboratorio Ufficiale, con data non superiore ai 6 mesi.

Controllare che vengano rispettate le fasi, le modalità e le propedeuticità prescritte

Verificare l'entità dei carichi applicati, le modalità ed i tempi di applicazione, ai punti

In conformità a quanto indicato ai punti 1.1.3.2 del presente Capitolato.

Verificare che le letture strumentali vengano fatte correttamente e con il grado di precisione voluto.  
Tracciare i diagrammi forze-allungamenti.

## **2.7 Conglomerato cementizio spruzzato**

Il conglomerato cementizio, da applicare a spruzzo per il rivestimento di prima fase, dovrà essere confezionato nel rispetto delle prescrizioni di cui al punto 1.1.3.3 del presente Capitolato, dovrà presentare una  $R_{ck} \geq 30$  Mpa dopo 28 giorni, con una resistenza media a compressione monoassiale, dopo 48 ore dalla posa in opera, determinata su quattro campioni, che dovrà risultare non inferiore ai 13 Mpa.

Tali resistenze saranno determinate mediante l'uso di appositi pannelli confezionati con apposite cassaforme tali da realizzare dei pannelli di dimensioni 60 cm \* 60 cm, e di 15 cm di spessore, collocati su una parete inclinata di  $10^\circ - 20^\circ$  ottenuti proiettando ortogonalmente a questa il conglomerato.

Tali pannelli dovranno fornire 6 - 8 provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a  $h/d = 2$  ed altezza pari a 10 cm.

Tali prelievi dovranno essere condotti ogni 200 mc di materiale posto in opera.

Oltre alle prove suddette in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete almeno 10 carote ogni 1000 metri cubi di conglomerato cementizio proiettato in opera sulle quali determinare la massa volumica e la resistenza a compressione monoassiale.

La media dei valori della massa volumica ricavati in sito non dovrà essere inferiore al 98% dei valori dichiarati nello studio preliminare di qualificazione.

Si dovranno accertare gli spessori dei rivestimenti posti in opera.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Impresa.

## **2.8 Conglomerato cementizio spruzzato fibrorinforzato**

In corso d'opera si procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre riportandone il peso effettivo a quello teorico.

Si dovrà verificare che le fibre soddisfino alle prescrizioni riportate nel punto 1.1.3.4 del presente Capitolato e che per ogni lotto di fibre, questo sia dotato dei corrispondenti certificati richiesti per il materiale costituente le fibre.

In caso contrario il materiale non potrà essere posto in opera.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Nel caso si verifichi uno scostamento medio rispetto al quantitativo teorico in meno, non superiore al 10%, verrà applicata una penale; qualora lo scostamento fosse superiore al 10% il conglomerato sarà considerato non rinforzato.

Si dovrà verificare che lo strato superficiale del conglomerato cementizio spruzzato, per uno spessore di 3 cm, dovrà essere steso senza impiego di fibre d'acciaio, nel caso di presenza di manto di impermeabilizzazione, allo scopo di evitare possibili danni alla guaina stessa.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato, dovranno essere verificate attraverso le seguenti prove:

- resistenza a compressione monoassiale;
- prova di assorbimento di energia.

Per quanto riguarda le prove di compressione monoassiale si ritiene valido quanto già riportato nel punto 2.7 del presente Capitolato ed al quale si rimanda, valido per il conglomerato cementizio non armato.

La prova di assorbimento di energia dovrà essere condotta in fase preliminare e nella fase di controllo, su una piastra quadrata di dimensioni 60\*60\*10 cm, ricavata da un pannello di conglomerato cementizio proiettato messo in opera su una parete verticale.

Dopo una maturazione di 28 giorni la suddetta piastra viene poggiata su di un supporto metallico quadrato tale da avere una luce libera di 50\*50 cm, con la superficie di proiezione rivolta verso il basso, e caricata centralmente da un punzone avente superficie di impronta quadrata pari 100 cm<sup>2</sup>, con una velocità di deformazione pari a 1,5 mm/min.

Durante la fase di carico verranno registrate le coppie dei valori sforzo-deformazione fino al raggiungimento di una deformazione di 25 mm.

A tale deformazione arrestare la prova, asportare il provino e fotografarlo.

L'energia assorbita in quel momento dovrà risultare non inferiore a 500 Joule (Nmm).

La prova di assorbimento di energia oltre, dovrà essere eseguita ogni 1000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo proiettato posto in opera.

Si dovranno accertare gli spessori dei rivestimenti posti in opera.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Impresa.

## **2.9 Conglomerato cementizio gettato in opera**

Il conglomerato cementizio gettato in opera dovrà soddisfare le prescrizioni ed i controlli previsti per le opere di conglomerato cementizio e riportate al punto 1.1.3.5 e a quanto riportato nella sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Oltre alle prove richieste in tale punto in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete almeno 10 carote ogni 2500 metri cubi di conglomerato cementizio gettato in opera sulle quali determinare la massa volumica e la resistenza a compressione monoassiale.

Prima dell'esecuzione dei getti, si dovrà verificare che il calcestruzzo sia posto in opera su superfici e riprese di getto opportunamente preparate e pulite secondo le indicazioni di progetto.

Si dovrà verificare che le modalità di getto siano conformi alle indicazioni del presente Capitolato.

Si dovrà verificare che la cassaforma e l'armatura eventualmente presente siano opportunamente collocate e che lo spessore del rivestimento sia quello di progetto.

La DL potrà richiedere l'esecuzione di eventuali prove aggiuntive per verificare le caratteristiche del calcestruzzo posto in opera, tali prove sono a cura dell'Impresa.

### **2.9.1 Drenaggi**

Si dovrà verificare che i materiali impiegati siano dotati dei certificati richiesti dal presente Capitolato, e che questi soddisfino le prescrizioni richieste.

Nel caso che i materiali non soddisfacessero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dal cantiere e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Nel caso in cui questi siano già stati posti in opera, dovranno essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

In corso d'opera si dovrà verificare il corretto posizionamento piano-altimetrico dei tubi costituenti le canalette di raccolta, con frequenza giornaliera, o ogni lotto di lavoro se di durata inferiore.

Si dovrà verificare che le dimensioni del diametro delle perforazioni dei tubi drenanti, sia quella prevista in progetto, così come la lunghezza della perforazione.

Si dovrà verificare che il foro sia perfettamente pulito, prima della posa in opera del tubo drenante.

Tali controlli dovranno essere effettuati ogni 50 tubi posti in opera.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Impresa.

### **2.10 Impermeabilizzazione**

Per quanto riguarda i materiali questi dovranno soddisfare i requisiti che sono riportati nei punti 1.1.4.3.1 del presente Capitolato, per ogni lotto di fornitura.

Nel caso che i materiali non soddisfacessero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dal cantiere e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Nel caso in cui questi siano già stati posti in opera, dovranno essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

Il tutto a cura e spese dell'Impresa.

Per quanto riguarda i geotessili, si dovranno effettuare i controlli riportati nel punto 2.5.4 della Sezione "Movimenti di Terra".

Si dovrà inoltre verificare che questi siano posti in opera correttamente secondo le prescrizioni riportate nel punto 1.1.4.3.1 del presente Capitolato.

Si dovrà verificare che le venute d'acqua più consistenti siano opportunamente convogliate.

Si dovrà verificare che le parti metalliche sporgenti, siano opportunamente ricoperte con betoncino proiettato.

Si dovrà inoltre verificare che le guaine in PVC siano poste in opera correttamente e con le volute sovrapposizioni secondo le prescrizioni riportate nel punto 1.1.4.3 del presente Capitolato.

I giunti di saldatura, realizzati mediante termosaldatura, dovranno essere verificati in ragione di almeno una prova ogni 10 giunti, o frazione di 10 e ciascuna prova dovrà essere verbalizzata.

Nel caso in cui la prova dia esito negativo, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse.

Tuttavia, la DL potrà sottoporre a prove tutti i giunti, senza che per questo l'Impresa stessa possa reclamare alcun compenso.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.



## 2.11 Preconsolidamento del fronte di scavo

Per quanto riguarda il materiale questi dovranno soddisfare i requisiti che sono riportati nel punto 1.1.5.1 del presente Capitolato, che dovranno essere documentati da idonea certificazione del produttore per ogni lotto di materiale posto in opera.

Nel caso che i materiali non soddisfacessero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dal cantiere e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Il tutto a cura e spese dell'Impresa.

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento con elementi di rinforzo in vetroresina, sarà documentato mediante compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la DL, di una apposita scheda contenenti le seguenti registrazioni:

- identificazione di ciascun tubo, con riferimento alla sezione tipo di progetto;
- data di esecuzione delle perforazioni e delle relative iniezioni;
- lunghezza di ciascun tubo;
- assorbimento di miscela nell'iniezione di ciascun tubo;
- eventuale additivo impiegato.

Durante il rilevamento si dovrà verificare che la posa in opera del trattamento sia tale da soddisfare le tolleranze prescritte da questo Capitolato, e la richiesta sovrapposizione prevista in progetto.

Nel corso delle operazioni di iniezione, si dovranno prelevare campioni della miscela di iniezione, almeno ogni 50 tubi posti in opera, e comunque con frequenza giornaliera, con le medesime procedure indicate nel punto 2.6, e sui quali si dovranno effettuare i medesimi accertamenti ivi previsti.

Sulle armature poste in opera, dovranno essere effettuate delle prove di strappo, per verificare la validità delle prescrizioni progettuali e della bontà della posa in opera.

Tali prove, dovranno essere effettuate in numero minimo di una prova ogni 300 chiodi posti in opera, e comunque ogni 50 m di avanzamento dello scavo.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo dei materiali costituenti l'elemento di rinforzo, il tutto a cura dell'Impresa.

## 2.12 Iniezioni

In sede di prequalifica, le miscele confezionate in cantiere dovranno essere sottoposte alle seguenti prove, ricavando 10 provini da tre impasti di prova consecutivi:

- composizione e rapporto acqua/cemento;
- peso specifico;
- viscosità Marsh;
- viscosità apparente (Rheometer);
- pressofiltrazione;
- tempo di presa;
- decantazione;
- dati per la identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di laboratorio (resistenza a compressione monoassiale, permeabilità).

I materiali dovranno soddisfare le indicazioni previste dal presente Capitolato, nonché essere compatibili con la situazione ambientale.

L'esecuzione dei trattamenti sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la DL, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i seguenti dati:

- progressiva del trattamento misurata dall'imbocco della galleria;
- individuazione di ciascun punto di iniezione;
- per ogni punto di iniezione:
  - data di inizio e termine della perforazione, nonché le sue modalità;
  - profondità di perforazione, lunghezza e lunghezza del tubo di iniezione e sue caratteristiche;
  - numero delle valvole di iniezione;
  - per ogni valvola di iniezione, i seguenti parametri di iniezione assegnati in sede progettuale:
- volume massimo  $V_{max}$  (litri);
- portata (litri/min);
- eventuale pressione massima  $p_{max}$ .

In relazione ai diversi tipi di comportamento del terreno:

- pressione iniziale di rottura della valvola  $p_0$  (bar);
- pressione al termine dell'iniezione  $p_{fim}$ ,  $p_{creack}$ ,  $p_{rif}$  (bar);
- assorbimento di miscela  $V_{in}$  (litri);
- tempo di iniezione (t);
- portata (litri/min) dell'eventuale iniezione di II° fase;

- pressione iniziale e finale dell'eventuale iniezione di II<sup>a</sup> fase;
- tipi e quantità degli additivi acceleranti ed antiritiro impiegati;
- caratteristiche della miscela utilizzata:
- composizione;
- peso specifico;
- viscosità Marsh;
- decantazione;
- dati per la identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di laboratorio (resistenza a compressione monoassiale).

Per ogni lotto di materiale impiegato (tubi a valvola e guaine), si dovranno verificare i certificati corrispondenti alle specifiche richieste al punto 1.1.5.2 del presente Capitolato.

In caso contrario il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere sostituito con materiale idoneo.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i materiali impiegati, il tutto a cura dell'Impresa.

Si dovrà verificare che la posizione planimetrica delle perforazioni soddisfi le tolleranze richieste, nonché la avvenuta pulizia del foro da detriti.

In sede esecutiva, i controlli, a cura e spese dell'Impresa, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare le congruenze dei risultati conseguiti con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

Lo spessore dello strato di terreno consolidato, la sua resistenza a compressione e l'R.Q.D., dovranno essere accertati mediante carotaggi a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale  $\geq 100$  mm, con la frequenza di almeno tre carotaggi per ogni 10 m di galleria preconsolidata.

I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei Punti scelti dalla Direzione Lavori con andamento radiale rispetto all'asse della galleria e dovranno essere spinti per l'intero spessore dello strato di terreno consolidato fino a penetrare nel terreno naturale.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza  $\geq 100$  mm:

$$R.Q.D. = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \geq 100}{\text{lunghezza perforata}} * 100$$

Da ogni carota verranno selezionate alcuni spezzoni da sottoporre a prove di resistenza a compressione semplice con rilievo della curva sforzi-deformazioni nei diversi tempi di maturazione, ed in particolare per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, che dovranno comunque soddisfare le indicazioni riportate nel punto 1.1.5.2.

La resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

La DL potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura e spese dell'Impresa.

### 2.13 Infilaggi

I materiali costituenti il singolo infilaggio dovranno essere certificati dal produttore, in modo da soddisfare le indicazioni riportate nel Punto 1.1.5.3 del presente Capitolato.

Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda la miscela di iniezione si ritengono valide le indicazioni riportate nel punto 2.6 del presente Capitolato, valido per gli ancoraggi.

L'esecuzione di ogni singolo infilaggio sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione dell'infilaggio;
- data di inizio perforazione e termine iniezione, nonché sue modalità;
- profondità della perforazione, con inizio e fine tratto armato;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione e sue caratteristiche.

Si dovrà verificare che ogni singolo elemento posto in opera soddisfi alle tolleranze richieste.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

### 2.14 Jet - grouting

Prima di procedere alla esecuzione di colonne di terreno consolidato, l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese una serie di "colonne di prova" atte a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a determinare i

valori ottimali delle pressioni di iniezione, delle velocità di rotazione e di estrazione delle aste, e dei dosaggi della miscela.

Le colonne di prova saranno eseguite in terreni aventi caratteristiche identiche a quelle su cui si dovrà operare.

Il numero e le lunghezze delle colonne di prova saranno concordate con la Direzione Lavori sulla base della eterogeneità dei terreni da trattare, dei parametri progettuali e dell'importanza dell'intervento.

Successivamente, a cura e spese dell'Impresa, la serie di prove sarà scoperta per almeno 5 m e sottoposta ad esame visivo al fine di verificarne: diametro reso, regolarità, buona conformazione e, ove richiesta, l'avvenuta compenetrazione.

Su alcune delle colonne di prova sarà eseguito un carotaggio continuo di diametro non inferiore a 100 mm per l'intera lunghezza della colonna. La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna ed il valore dell'R.Q.D. non dovrà essere inferiore al 70%.

Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette ed accompagnate da una descrizione dettagliata del grado di continuità dei campioni estratti, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero dei giunti e della eventuale presenza di lenti di terreno non consolidato.

Saranno inoltre eseguite prove di laboratorio su campioni indisturbati per accertare rigidità, resistenza e, ove richiesto, permeabilità del materiale consolidato.

La resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Qualora la serie delle colonne di prova non fornisca soddisfacenti garanzie in ordine alla regolarità ed alla buona conformazione delle colonne stesse o i risultati dei carotaggi e delle prove in sito ed il laboratorio fossero giudicati inaccettabili, si renderà necessaria la realizzazione di nuove serie di colonne di prova fino ad ottenere risultati soddisfacenti.

Nel caso in cui ciò non risultasse possibile per la natura dei terreni, il trattamento colonnare dovrà essere considerato irrealizzabile.

In fase di realizzazione dell'opera, l'esecuzione di ogni trattamento colonnare, sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la DL, di una apposita scheda sulla quale dovranno essere registrati i seguenti dati:

- identificazione della colonna;
- data di inizio della perforazione e termine di iniezione;
- profondità e modalità di perforazione con inizio e fine tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- eventuale armatura, sua lunghezza e caratteristiche.

I materiali costituenti la singola armatura dovranno essere certificati dal produttore, in modo da soddisfare le indicazioni riportate nel presente Capitolato.

Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

I controlli in fase esecutiva, sui trattamenti colonnari, da eseguire a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con quelli definiti nella fase sperimentale e nel rispettare le tolleranze richieste.

Il diametro delle colonne e la resistenza a compressione monoassiale dovranno essere accertati mediante carotaggio a rotazione con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale,  $\geq 100$  mm, con la frequenza di almeno 3 carotaggi ogni 50 colonne eseguite.

I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei punti scelti dalla Direzione Lavori, con andamento radiale rispetto all'asse della galleria ed ortogonale rispetto all'asse della colonna e dovranno essere spinti per l'intero spessore delle colonne stesse fino a penetrare nel terreno naturale.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza  $\geq 100$  mm:

Somma della lunghezza degli spezzoni  $\geq 100$

R.Q.D. =  $\frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni } \geq 100}{\text{lunghezza perforata}} \times 100$

lunghezza perforata

Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in Laboratorio per le prove di resistenza a compressione, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, la resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Il corretto posizionamento delle colonne, la lunghezza e le eventuali deviazioni dell'asse saranno verificati mano a mano che procedono gli scavi in sotterraneo.

La DL potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura dell'Impresa.

### **2.15 Precontenimento mediante volta continua in elementi tronco-conici (Pretaglio)**

I controlli sulla volta continua in elementi troncoconici, in conglomerato cementizio eventualmente fibrorinforzato, dovranno essere eseguiti a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della DL.

Si dovrà verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa, per quanto riguarda la geometria del trattamento, la continuità strutturale dello stesso nonché le soglie minime di resistenza dei materiali impiegati.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio impiegato, saranno accertate, così come descritto nei punti 1.1.3.3, 1.1.3.4, 1.1.5.5.1, 2.7 e 2.8 del presente Capitolato.

Parallelamente a queste indagini, si dovranno eseguire dei carotaggi delle volte realizzate con una frequenza, di almeno 5 carote ogni 50 m di galleria realizzata, per determinare le caratteristiche e gli spessori del conglomerato posto in opera.

ART. 14

PONFI, VIADOTTI e SOTTOVIA

## INDICE

- 1. GENERALITA'
- 1.1 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI
  
- 2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI
- 2.1. PONTI E VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO
- 2.1.1. Confezionamento e getto dei conglomerati
- 2.1.2. Posa in opera manufatti prefabbricati
- 2.2. PONTI E VIADOTTI IN FERRO
- 2.3. IMPERMEABILIZZAZIONE
- 2.3.1. Mastice di asfalto sintetico
- 2.3.1.1. Materiali
- 2.3.1.2. Modalità di applicazione
- 2.3.1.3. Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico
- 2.3.2. GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE
- 2.3.2.1. Modalità di posa in opera
- 2.3.2.2.1. Primer di adesione al supporto
- 2.3.2.2.2. Massa bituminosa della guaina
- 2.3.2.2.3. Armatura delle guaine
- 2.3.2.2.4. Guaina preformata
- 2.3.3. VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE
- 2.3.3.1. Pianificazione
- 2.3.3.2. Elementi protettivi dalla corrosione dell'impalcato
- 2.3.3.2.1. Materiali
- 2.3.3.2. ESECUZIONE DEL LAVORO
- 2.4. APPARECCHI D'APPOGGIO
- 2.4.1. GENERALITÀ
- 2.4.1.1. MATERIALI
- 2.4.1.2. PROVE SU I MATERIALI
- 2.4.1.3. FABBRICAZIONE
- 2.4.1.4. ASSEMBLAGGIO
- 2.4.1.5. POSA IN OPERA
- 2.5. RITEGNI ANTISISMICI
- 2.5.1. Requisiti generali
- 2.5.2. Protezione delle parti metalliche
- 2.5.3. Posa in opera
- 2.6. AMMORTIZZATORI ANTISISMICI
- 2.6.1. Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso
- 2.6.2. Ammortizzatori antisismici in acciaio
- 2.7. GIUNTI DI DILATAZIONE
- 2.8. DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE
- 2.9. SOTTOVIA
  
- 3.0. *SPECIFICA DI CONTROLLO*
- 3.1. Disposizioni generali
- 3.2. SPALLE, PILE, IMPALCATI
- 3.3. IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO
- 3.3.1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- 3.3.2. CONTROLLI SUI MATERIALI
- 3.3.3. CONTROLLI IN COSTRUZIONE PER IMPALCATI
  - 3.3.3.1. Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni
  - 3.3.3.2. Controlli in fase di costruzione
- 3.3.4. CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA
  - 3.3.4.1. IMPALCATI IN C.A.P.
  - 3.3.4.2. PILE PER VIADOTTI
- 3.4. APPARECCHI DI APPOGGIO
  - 3.4.1. CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI
    - 3.4.1.1. CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO
    - 3.4.1.2. CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO
  - 3.5. IMPERMEABILIZZAZIONE
    - 3.5.1. PROVE DI ACCETTAZIONE
    - 3.5.3. CONTROLLI IN POSA IN OPERA .

## **1. GENERALITA'**

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

L'argomento della sezione viene suddiviso, nel seguito, nelle sottoelencate voci:

- ponti e viadotti in conglomerato cementizio
- ponti e viadotti in ferro
- sottovia.

Sarà cura dell'Impresa procedere, in fase di progetto, allo studio del piano di sollevamento/varo delle strutture costituenti ponti e viadotti.

Qualora il cantiere ricada nell'ambito di applicazione del D.Lgs 494/96 e successive modifiche ed integrazioni, il piano dovrà essere parte (piano particolareggiato) del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

### **1.1 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI**

Il calcolo delle strutture dovrà tenere conto anche delle sollecitazioni transitorie gravanti sui manufatti durante le diverse fasi di montaggio.

Lo studio di sollevamento/varo, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere preventivamente trasmesso alla Direzione Lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.)

In particolare per i cantieri ricadenti nell'ambito di applicazione del D.Lgs 494/96 e successive modifiche ed integrazioni, tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione.

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura dell'Impresa.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali costituenti le opere in ferro dovranno avere caratteristiche non inferiori a quelle previste dalle Specifiche di Approvvigionamento e dovranno essere sottoposti ai controlli di qualità previsti dalle Specifiche.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

## **2. PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

### **2.1. PONTI E VIADOTTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

#### **2.1.1. Confezionamento e getto dei conglomerati**

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 09/01/1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" ed alle prescrizioni di cui alle sezioni "calcestruzzi" ed "acciaio" del presente Capitolato.

#### **2.1.2 Posa in opera manufatti prefabbricati**

a) Posa in opera travi d'impalcato



Le travi in c.a.p. saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponete, carrelli, gru, derrick, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

Il piano di sollevamento/varo, che, come prescritto nei precedenti punti 1 e 1.1., dovrà essere stato già definito ed approvato in sede di progetto dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Impresa prevede di utilizzare.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere previsto in sede di progetto costruttivo, in assenza di quanto sopra sarà cura dell'Impresa fare eseguire, al progettista, le opportune verifiche dandone evidenza alla Direzione Lavori.

#### b) Iniezione guaine per cavi scorrevoli

Per quanto riguarda gli accorgimenti da adottare ai fini di una corretta esecuzione della iniezione dei cavi, si rimanda alle prescrizioni di cui al punto 1.8.4.7.1 e seguenti della Sezione "Calcestruzzi".

## 2.2. PONTI E VIADOTTI IN FERRO

### a) Strutture portanti in acciaio

Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Impresa all'atto della progettazione dell'opera.

Nella relazione di calcolo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

### b) Approvvigionamento materiali

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione "Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno, come minimo, corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (D.M. 09/01/996).

### c) Saldature, bullonature, chiodature

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

#### - Saldatura

Le specifiche dei procedimenti di saldatura dovranno essere preparate dall'Impresa sottoposte all'approvazione e qualifica da parte di un Istituto specializzato (Istituto Italiano della Saldatura, R.I.N.A. (Registro Italiano Navale). Congiuntamente alla Specifica sarà sottoposta all'approvazione del predetto Istituto il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Ovviamente le modalità di saldatura e l'estensione dei controlli dovranno comunque soddisfare le prescrizioni della normativa vigente.

#### - Bullonatura

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.

Il massimo gioco complessivo tra foro e diametro del bullone sarà pari a 0,3 mm, per bulloni aventi diametro massimo 20 mm, e pari a 0,5 mm, per bulloni aventi diametro maggiore di 20 mm.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nel prospetto 4-IV della norma CNR 10011/05.

La forza di trazione (Ns) nel gambo della vite dovrà essere pari a:

$N_s = 0.8 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (per bulloni non soggetti a taglio)

$N_s = 0.7 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (i bulloni soggetti a taglio) dove  $A_{res}$  è l'area della sezione resistente della vite ed  $f_{kn}$  la tensione di snervamento su provetta.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi dinamometriche a mano o chiavi, pneumatiche, ambedue i dispositivi dovranno possedere un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del  $\pm 5\%$ .

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

**- Chiodatura**

Dovrà essere realizzata in conformità alle prescrizioni del D.M. 09/01/1996.

**d) Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Impresa, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

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

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni, ove necessario, si potrà procedere alla alesatura (assolutamente vietato l'uso della fiamma) di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

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

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

per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;

- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

**e) Verniciature e/o Impermeabilizzazione**

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui alla Sezione "verniciature" del presente Capitolato.

Nel caso di impiego di acciaio autopassivante per la costruzione di cassoni di impalcato, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nel punto precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche l'Impresa dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

Per la impermeabilizzazione vale quanto riportato nel punto successivo.

**2.3 IMPERMEABILIZZAZIONE**

**2.3.1 Mastice di asfalto sintetico**

**2.3.1.1 Materiali**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < IP < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50V}$$

in cui:

v = log 800 - log penetrazione a 298 K;

u = temperatura di P. e A. in K detratti 298 K;

#### Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

#### Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

#### Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra 18 e 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 - 7$  in cui  $V_b$  è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

### 2.3.1.2 Modalità di applicazione

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50+55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358+363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/M<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35@0,50 Kg/m' nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 10$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al successivo punto 2.3.2, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

### 2.3.1.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

#### Procedura 1:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483--503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso portato alla temperatura di 423--433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483 K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

#### Procedura 2:

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e miscelazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

## 2.3.2 GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

### 2.3.2.1 Modalità di posa in opera

Per le modalità di preparazione delle solette e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 2.3.1.2.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

#### metodo di posa n°1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m<sup>2</sup>, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

#### metodo di posa n°2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scolorate o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m<sup>2</sup> verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina. In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

### **2.3.2.2 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione**

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

#### **2.3.2.2.1 Primer di adesione al supporto**

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 358'-363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m<sup>2</sup>.

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temp. di 293 K ( $\pm 5$  K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298 K, dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

#### **2.3.2.2.2 Massa bituminosa della guaina**

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente Polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.:  $\geq 423$  K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

### 2.3.2.2.3 Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche riportate nel punto 2.5.4 della sezione "movimenti terra" del presente Capitolato.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 q/m'
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)  $\geq$  18 kN/m
- allungamento (UNI 8939) > 60%
- lacerazione (UNI 8279/9)  $\geq$  0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279/14)  $\geq$  3 bar
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

### 2.3.2.2.4 Guaina preformata

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in Posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0, 5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):
  - guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
  - guaina di spessore non minore di 4 mm  $\geq$  4,500 kg
- resistenza a trazione (UNI 8202/8):
  - longitudinale  $\geq$  18 kN/m
  - trasversale > 16 kN/m
- resistenza alla lacerazione (LTNI 8202/9):
  - longitudinale 0,16 kN
  - trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
  - classe di resistenza/carico sopportato su sfera  $\varnothing$  10 mm
  - su supporto rigido Ps4 > 25 kg
  - su supporto non rigido Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

## 2.3.3. VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcato in acciaio a piastra ortotropa

### 2.3.3.1. PLANIFICAZIONE

Prima di iniziare i lavori sul campo, l'appaltatore è tenuto a redigere una serie di documenti che costituiranno il supporto tecnico per l'esecuzione del lavoro. Tali documenti avranno i seguenti contenuti:

#### MATERIALI

Verrà prodotta una lista dei materiali da impiegare per l'esecuzione delle varie lavorazioni. Tale lista sarà integrata dalle relative schede tecniche per materiali da acquistare confezionati e sottoposti ad approvazione da parte del direttore dei lavori.

#### ATTREZZATURE

Verrà prodotta una lista delle attrezzature che l'impresa intenderà introdurre ed utilizzare nel cantiere per la realizzazione del lavoro per ogni sua fase, ne verranno indicate le marche, la condizione, ed i tempi di reperibilità dei pezzi di ricambio.

#### ORGANIZZAZIONE

Verrà presentato un dettagliato modus operandi per l'esecuzione del lavoro nelle sue varie fasi, con riferimento alla composizione delle squadre, alla produttività delle macchine, alle condizioni di lavoro in relazione alle caratteristiche climatiche ed ambientali, ed ai tempi di produzione, trasporto, lavorazione o messa in opera dei materiali.

#### CONTROLLO QUALITA'

Verrà instaurato un sistema di controllo qualità che fornirà elementi in merito a:

- Procedure di qualificazione materiali.
- Procedure operative
- Procedure d'ispezione
- Procedure di rintracciabilità

Al termine di tutti questi adempimenti verrà redatto un programma lavori che tenga presente le condizioni di installazione e funzionalità del cantiere, modus operandi, rate di produzione, avanzamenti.

### **2.3.3.2. ELEMENTI PROTETTIVI DALLA CORROSIONE DELL'IMPALCATO**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa previa preparazione della superficie dell'impalcato.

Il sistema protettivo deve garantire:

- Impermeabilità all'acqua sotto tutte le condizioni, tanto per la piastra, quanto per tutti i suoi angoli, i suoi bordi, gli elementi che lo delimitano ed i particolari che lo compongono.
- Stabilità meccanica sotto lo sforzo dei carichi del traffico sia per azioni di compressione, che taglianti, tanto in curva che in condizioni di arresto o di accelerazione dei veicoli.
- Resistenza alla formazione di fessure o di stratificazioni e distacchi in generale dovuti tanto all'azione del traffico quanto al movimento degli strati sottostanti o dal supporto.
- Mantenimento delle proprietà di impermeabilità e meccaniche in condizioni di carico di esercizio del traffico, delle azioni degli agenti atmosferici, di agenti chimici ed in particolare delle sostanze anticongelanti ed altri fattori deleteri in generale.
- Compatibilità tra i vari costituenti e con i materiali con i quali gli elementi dell'impermeabilizzazione e della pavimentazione vengono a contatto.
- Resistenza a carichi teorici o meccanici di ogni strato durante l'applicazione dello strato successivo.

Le specifiche che seguono vanno dunque considerate come requisiti minimi da soddisfare, ma l'accettazione finale contrattuale del lavoro dipenderà dall'aver conseguito o meno i requisiti sopra menzionati.

#### 2.3.3.2.1 MATERIALI

#### MATERIALI PER PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE

#### GRANIGLIA METALLICA

Verrà impiegata per la granigliatura della superficie. Sarà di tipo spigoloso la granulometria verrà stabilita mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers.

#### ABRASIVO MINERALE

Verrà impiegato per le eventuali operazioni di sabbatura di quei particolari non eseguibili con granigliatrici meccaniche, avrà granulometria da stabilire mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers. Sarà del tipo consentito dalle vigenti normative ed indicazioni tecniche di sicurezza contro il rischio da silicosi.

#### IMPERMEABILIZZANTE

Vernice epossicatrame in solvente per protezione antiacida di superfici in acciaio resistente all'acqua dolce e salata, agli acidi ed alcali diluiti, ai sali neutri, agli oli minerali e combustibili, agli oli grassi, ai detersivi ecc. e resistente alle seguenti temperature: fino a 100° di calore secco e fino a 60° di calore umido (anche acqua calda).

### 2.3.3.2 ESECUZIONE DEL LAVORO

#### a) PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE

La tecnica da prediligere è la granigliatura mediante macchine granigliatrici a turbina con aspirazione e filtraggio automatico delle polveri.

Il grado di sabbatura dovrà essere Sa 2,5 secondo ISO 8501 e DIN 55928 sul 100% della superficie. Aree minori (meno di 100 cm<sup>2</sup>) potranno essere accettate solamente se ammonteranno complessivamente a meno del 5% della superficie totale lavorata per ogni rata di produzione.

Particolare attenzione verrà dedicata alla granigliatura dei cordoni di saldatura tra le lamiere.

La sabbatura mediante sabbatrici ad aria compressa deve avvenire su aree contenute.

La superficie trattata deve presentarsi rugosa.

Prima della granigliatura si dovrà procedere alle operazioni di pulizia e sgrassaggio della superficie. Le condizioni ambientali saranno tali da mantenere la temperatura del supporto superiore a 0° C e comunque conforme al criterio del dew -point con scarto di 3° C. L'umidità relativa non potrà superare l'80% altrimenti le operazioni di granigliatura non potranno avere inizio. In presenza di condizioni ambientali avverse sarà possibile il ricorso a strutture di riparo mobili, (capannoni mobili), che permettano di ricostituire i parametri ambientali ideali alla esecuzione dei lavori. Il ricorso a tali strutture di riparo non costituirà onere aggiuntivo per la committenza. I tempi di mantenimento del supporto sabbato saranno dettati dalle schede tecniche del produttore.

Particolari procedure verranno sviluppate dall'impresa in merito all'accettazione della superficie ed a una risabbatura di superfici già sabbate.

#### b) APPLICAZIONE DI IMPERMEABILIZZANTE

L'impermeabilizzante deve essere applicato a spruzzo airless praticabile con spruzzatori con una pressione di 150 bar, ugelli con foro di 0.66 mm, angolo di spruzzo di 80°. Si applicheranno due mani di vernice secondo le prescrizioni della casa fornitrice per quanto riguarda preparazione del prodotto, miscelazione dei componenti, temperature e tempi di applicazione, tempo di attesa tra le mani.

Particolari procedure verranno redatte per stabilire le modalità delle riparazioni e della accettazione della superficie. L'impermeabilizzante steso non deve venire danneggiato dal traffico o da qualsiasi fattore prima di essere ricoperto da sabbia e dallo strato di pavimentazione bituminosa particolare attenzione dovrà essere rivolta ad evitare perdite di olio o di qualsiasi altro possibile solvente del bitume.

### 2.4 APPARECCHI D'APPOGGIO

#### 2.4.1 GENERALITÀ

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di "cerniera" e di "carrello - cerniera" e dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 9 gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche" ed alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni", C.N.R. - U.N.I. 10008 (B.U. n°114 del 28-3-1986).



Inoltre dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n°34233 del 25/2/1991.

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori il progetto esecutivo degli apparecchi di appoggio corrispondente ai tipi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il progetto esecutivo dovrà contenere:

- a) il calcolo delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti ai carichi permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, delle deformazioni viscosi ed al ritiro del calcestruzzo;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
- h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogolato sempre secondo le prescrizioni di progetto. Inoltre dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

#### 2.4.1.1 MATERIALI

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72
- b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
- c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-1971.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2$ , senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra 0,1  $\mu$  (UNI 3963).

d) Elastomeri

Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10\text{N/mm}^2$  [ $100\text{ Kg/cm}^2$ ] (UNI 6065-67);
- allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065-67);
- deformazione permanente a compressione (UNI4913), (50%;24h;70°C)  $\leq 20\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

e) Politetrafluoroetilene (PTFE).

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:

- densità: 2,13 + 2,23  $\text{g/cm}^3$ ;
- resistenza a trazione (23°C),  $\geq 24\text{ N/mm}^2$  [ $240\text{ Kg/cm}^2$ ];
- allungamento a rottura (23°C)  $\geq 300\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI 4916-74).

f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a  $-35^{\circ}\text{C}$ .

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato, 240 ÷ 295 dmm (Din 51804);
- punto di congelamento, ≤ -50°C (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 150°C, ≤ 3% (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

g) Altri materiali

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, da quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
- proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del ANAS,
- in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

#### 2.4.1.2 PROVE SU I MATERIALI

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa secondo le norme di accettazione riportate nei punti 2.3.1 e 2.3.1.1.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione. Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla D.L.

#### 2.4.1.3 FABBRICAZIONE

##### 1. Acciaio inossidabile.

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

##### *Superfici di scorrimento orizzontale.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

##### *Superfici curve.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

##### 2 PTFE.

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2
600 ÷ 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue :

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0,2 fuoriuscenti. L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2 ± 0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg. per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) *Pressioni ammissibili.*

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm<sup>2</sup> [300 Kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup> [450 Kg/cm<sup>2</sup>];

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup> [600 Kg/cm<sup>2</sup>]; se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario verranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup> [170 Kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo 25 N/mm<sup>2</sup> [250 Kg/cm<sup>2</sup>]

b) *Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.*

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento. Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

3. Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

4. Parti in composizione saldata.

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 9 gennaio 1996. Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

5. Protezione anticorrosiva.

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto "verniciature" del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, finì al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3 e 4., dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

#### **2.4.1.4 ASSEMBLAGGIO**

##### 1. Collegamenti provvisori.

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

##### 2. Pre-regolazione.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

##### 3. Contrassegni.

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

##### 4. Riferimenti.

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento. In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale. Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

#### **2.4.1.5 POSA IN OPERA**

##### 1. Verifica delle sedi predisposte.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e sovrastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

##### 2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con zanche d'appoggio.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

## **2.5. RITEGNI ANTISISMICI**

### **2.5.1 Requisiti generali**

I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Essi si distinguono in:

- tipo fisso: realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali;
- tipo mobile: consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressochè statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido.

I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 09/01/996, dalle relative istruzioni, dalla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 31/10/1986 e dalle successive modificazioni nonché dalle norme CNR 10011 e la circolare n° 2357 del Min. LL. PP..

I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per la verifica di funzionamento

### **2.5.2 Protezione delle parti metalliche**

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

### **2.5.3 Posa in opera**

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.

Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

## **2.6 AMMORTIZZATORI ANTISISMICI**

Si distinguono le tre tipologie:

- Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;
- Ammortizzatori antisismici in acciaio;
- Dispositivi di appoggio con ammortizzatore sismico.

Dovranno essere conformi alla Circ. 2357 del Min. LL. PP..

### **2.6.1 Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso**

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

### **2.6.2 Ammortizzatori antisismici in acciaio**

Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

### 2.6.3 Dispositivi di appoggio con ammortizzatori sismici

I dispositivi di appoggio provvisti di ammortizzatore sismico sono da intendersi come la combinazione di dispositivi di appoggio convenzionale, in acciaio teflon del tipo a neoprene incapsulato o a cerniera sferica, con dispositivi di vincolo orizzontale in grado di fornire una risposta alle azioni sismiche tale da garantire il disaccoppiamento calibrato tra struttura (pile/spalle) ed impalcato.

Essi possono essere dei seguenti tipi:

- fisso alle azioni di esercizio, a risposta sismica elastoplastica assialsimmetrica;
- fisso alle azioni di esercizio, a risposta sismica elastoplastica differenziata secondo due assi;
- mobile unidirezionale in esercizio a risposta sismica elastoplastica assialsimmetrica;
- mobile unidirezionale in esercizio a risposta sismica elastoplastica differenziata secondo due assi.

Per fisso si intende che il dispositivo di vincolo reagisce alle azioni d'esercizio con spostamenti inferiori ai 2/3 dello spostamento convenzionale elastico (punto di ginocchio) cui corrisponde l'innescio della plasticizzazione.

I dispositivi di vincolo dovranno essere coerenti con le prescrizioni già richiamate per gli apparecchi di appoggio menzionati, nonché a quelle previste per le costruzioni metalliche (CNR/UNI 10011/88), nonché alle prescrizioni prestazionali contemplate nelle 'Linee guida per la progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma (1998)'.

Valgono tutte le altre prescrizioni già menzionate precedentemente per gli appoggi per quanto attinente agli obblighi da parte dell'Impresa per la presentazione del progetto, in considerazione delle specifiche ivi elencate.

I dispositivi nel loro insieme si intendono completi degli ancoraggi meccanici alla struttura, con elementi di vincolo orizzontale, per la risposta calibrata, di tipo meccanico a comportamento elasto-plastico, con rendimento dissipativo superiore all'85%. Gli elementi dissipativi devono presentare le sezioni resistenti e le parti coinvolte nella plasticizzazione ottenute per piegatura a freddo di piatti in acciaio. Gli elementi dissipativi all'occorrenza devono consentire la sostituibilità in opera senza necessità di rimozione dell'appoggio. Gli spostamenti plastici richiesti sotto sisma devono essere pari a quelli di calcolo maggiorati di un fattore di sicurezza (extracorsa) del 50% ( $\delta s_{max} = 1.5 \delta u$ ).

#### PROVE DI QUALIFICAZIONE

Sono inoltre da fornire, all'atto della presentazione del progetto costruttivo, diagrammi sperimentali di omologazione effettuati presso Laboratori riconosciuti, per prove a fatica oligociclica con successione di serie di 5 cicli alle seguenti escursioni:  $\pm 5$ ,  $\pm 10$ ,  $\pm 20$ ,  $\pm 50$ ,  $\pm 100$  e  $\pm 150$  mm. Deve risultare la perfetta stabilità dei cicli all'interno di ogni serie (variabilità < 5%).

#### PROVE DI ACCETTAZIONE

Qualora richieste dalla D.L., andranno condotte prove di accettazione in modo da verificare la congruità prestazionale dei dispositivi.

Variabilità ammessa rispetto alle prescrizioni di progetto, solo in termini di forza, in qualsiasi punto del diagramma  $\leq 10\%$ .

Per dispositivi ove la risposta complessiva sia palesemente ottenuta per composizione di quella relativa agli elementi base, è consentito eseguire le prove di accettazione anche sui singoli componenti, purché sia evidente il criterio di composizione dei singoli contributi per ottenere la risposta del dispositivo completo.

Deve essere altresì esplicito come il singolo elemento base si comporti per azioni ortogonali non sincrone (massima deformazione in una direzione e successiva deformazione secondo la direzione ortogonale).

#### MATERIALI

Sono confermati tutti i materiali già presi in considerazione nel paragrafo degli appoggi oltre alla possibilità di impiego, per la realizzazione degli elementi di reazione all'azione sismica, di acciaio inossidabile in piatti del tipo AISI 304 o 316

#### FABBRICAZIONE, ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA

Per quanto relativo a questi aspetti valgono le indicazioni già espresse nel paragrafo degli appoggi.

#### PROTEZIONI SUPERFICIALI

Protezione superficiale delle parti strutturali conforme a quanto già previsto nel paragrafo relativo agli appoggi strutturali.

Le zone di contatto tra gli elementi dissipativi e la struttura dell'appoggio, ove sia previsto uno strisciamento per movimenti elastici in esercizio, devono essere realizzate in modo tale da non compromettere le protezioni superficiali (accoppiamento inox-inox).

## **2.7 GIUNTI DI DILATAZIONE**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991.

Sulla base di tali dati l'Ente si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiana degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
  - l'adattamento dei casseri;
  - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
  - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopra indicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

## **2.8 DISPOSITIVI PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE DAGLI IMPALCATI DELLE OPERE D'ARTE**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n° 34233 del 25/2/1991.

I relativi oneri saranno compensati coi corrispondenti prezzi di elenco.

## **2.9 SOTTOVIA**

I sottovia da realizzare al di sotto del tracciato stradale in progetto dovranno essere realizzati in c.a. e come tali rispondere ai requisiti già esposti nella Sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

## **3.0 SPECIFICA DI CONTROLLO**

### **3.1. Disposizioni generali**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in cls, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato, per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

### **3.2 SPALLE, PILE, IMPALCATI**

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

### **3.3 IMPALCATI E OPERE ACCESSORIE E COMPLEMENTARI IN ACCIAIO**

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

#### **3.3.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali Indicati nelle specifiche di progetto, e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica "per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche", di cui al D.M. 09/01/96, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

#### **3.3.2. CONTROLLI SUI MATERIALI**

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 09/01/96 ed alle norme UNI qui di seguito citate:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- UNI 7070/82- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
- UNI 5329 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati.



La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI 7070/82.

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI 7845, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 09/01/96, 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

### **3.3.3 CONTROLLI IN COSTRUZIONE PER IMPALCATI**

#### **3.3.3.1. Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni**

L'Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione,
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

#### **3.3.3.2. Controlli in fase di costruzione**

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

##### Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

##### Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato. La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:

Norme generali del D.M. 26/02/1936;

Norme tecniche del D.M. 09/01/1996;

Legge 1086 del 5/11/1971.

Il piano di controllo delle saldature dovrà rispettare le specifiche del presente Capitolato e del progettista, e potrà seguire le seguenti indicazioni:

- piena e tra vi principali di altezza ridotta, le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %;
- longitudinali di testa nella lamiera di fondo del cassone;
- trasversali di testa nella lamiera di fondo del cassone e nelle relative nervature longitudinali, se realizzate in corrispondenza delle travi trasversali sottostanti;
- concetti terminali di travi a parete piena a via inferiore, qualora sia prevista una riduzione di altezza delle stesse in prossimità degli appoggi;

Essi non potranno comunque essere inferiori ad un controllo radiografico sul 20% delle saldature ed ad ultrasuoni sul restante 80%.

##### Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative illustrate al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato. Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;
- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

#### Controlli sulle chiodature

Si effettueranno i controlli prescritti dalla normativa vigente, con la stessa frequenza e modalità indicate per il serraggio dei bulloni.

#### Controllo delle frecce d'inflexione e corretta posa in opera dei manufatti

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfrecce di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

#### Controllo sui rivestimenti e verniciature

Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

### **3.3.4 CONTROLLI IN FASE DI ASSEMBLAGGIO E POSA IN OPERA**

#### **3.3.4.1. IMPALCATI IN C.A.P.**

L'Impresa deve preparare il "Piano di sollevamento/varo" dell'impalcato, con l'elencazione delle caratteristiche e tipologia delle attrezzature da impiegare. Questo Piano operativo sarà presentato alla D.L. per approvazione. Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio dell'impalcato, l'Impresa dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

#### **3.3.4.2. PILE PER VIADOTTI**

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

### **3.4 APPARECCHI DI APPOGGIO**

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo fa' riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

#### **3.4.1 CONTROLLI SULLE FORNITURE E SUI MATERIALI**

##### **3.4.1.1. CONTROLLI DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO**

Si controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

##### **3.4.1.2. CONTROLLI DELLA POSA IN OPERA DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO**

La posa in opera avverrà secondo le indicazioni riportate al punto 2.4.1.5 della presente Sezione.

Le verifiche di posa in opera, sdraio effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

### **3.5 IMPERMEABILIZZAZIONE**

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

### **3.5.1 PROVE DI ACCETTAZIONE**

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m<sup>2</sup> di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera. Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

### **3.5.3 CONTROLLI IN POSA IN OPERA**

Durante le fasi di posa in opera che avverrà secondo le indicazioni riportate nella presente sezione del Capitolato, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati. Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro,

#### **A) Manti di mastice di asfalto sintetico**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana;
- verifica della miscela alla composizione prevista.

#### **B) Manti in guaine bituminose preformate armate**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana.



ART. 15

PAVIMENTAZIONI

## INDICE

- 1.0. Generalità
- 1.1 STRATI DI FONDAZIONE
  - 1.1.1 Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
    - 1.1.1.1 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi
    - 1.1.1.2 Modalità esecutive
  - 1.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
    - 1.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
      - 1.1.2.1.1 Inerti
      - 1.1.2.1.2 Legante
      - 1.1.2.1.3 Acqua
      - 1.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio
      - 1.1.2.1.5 Modalità esecutive
        - 1.1.2.1.5.1 Confezione delle miscele
        - 1.1.2.1.5.2 Posa in opera
        - 1.1.2.1.5.3 Protezione superficiale
        - 1.1.2.1.5.4 Requisiti di accettazione
- 1.2 STRATO DI BASE
  - 1.2.1 Generalità
    - 1.2.1.1 Inerti.
    - 1.2.1.2 Legante.
    - 1.2.1.3 Miscela
    - 1.2.1.4 Formazione e confezione delle miscele.
    - 1.2.1.5 Posa in opera delle miscele.
- 1.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
  - 1.3.1 Generalità
    - 1.3.1.1 Inerti
    - 1.3.1.2 Legante
    - 1.3.1.3 Miscela
    - 1.3.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.
    - 1.3.1.5 Formazione e confezione degli impasti
    - 1.3.1.6 Attivanti l'adesione
    - 1.3.1.7 Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura
      - 1.3.1.7.1 Inerti
      - 1.3.1.7.2 Legante
      - 1.3.1.7.3 Miscela
      - 1.3.1.7.4 Confezione e posa in opera del conglomerato
- 1.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI
  - 1.4.1 Generalità
    - 1.4.1.1 Trattamento con emulsione a freddo
    - 1.4.1.2 Trattamento con bitume a caldo
    - 1.4.1.3 Trattamento a caldo con bitume liquido.
- 1.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI
- 1.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE
- 1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE
  - 1.7.1 Generalità
    - 1.7.1.1 Inerti

- 1.7.1.2 Legante
- 1.7.1.3 Miscela
- 1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.
- 1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.
- 1.8 MICROTAPPETI A FREDDO
- 1.8.1 Generalità
- 1.8.1.1 Inerti
- 1.8.1.2 Additivi
- 1.8.1.3 Miscela
- 1.8.1.4 Malta bituminosa
- 1.8.1.5 Composizione e dosaggi della miscela
- 1.8.1.6 Acqua
- 1.8.1.7 Confezionamento e posa in opera
- 1.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
- 1.9.1 Generalità
- 1.9.1.1 Materiali chiari naturali
- 1.9.1.2 Materiali artificiali chiari.
- 1.9.1.3 Modalità esecutive
- 1.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
- 1.10.1 Materiali.
- 1.10.2 Posa in opera
- 1.10.3 Sigillature dei giunti
- 1.11 Cordoli

## 2.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

- 2.0.1 Disposizioni generali
- 2.1 STRATI DI FONDAZIONE
- 2.1.1 Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato
- 2.1.1.1 Prove di laboratorio
- 2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva
- 2.1.1.2.1 Prove di laboratorio
- 2.1.1.2.2 Prove in sito
- 2.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale
- 2.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
- 2.1.2.1.1 Inerti
- 2.1.2.1.2 Legante
- 2.1.2.1.3 Acqua
- 2.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio
- 2.1.2.1.5 Prove di controllo in fase esecutiva
- 2.1.2.1.6 Prove di laboratorio
- 2.1.2.1.7 Prove in sito
- 2.2 STRATO DI BASE
- 2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
- 2.2.1.1 Inerti
- 2.2.1.2 Legante
- 2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio
- 2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
- 2.2.1.5 Prove di laboratorio
- 2.2.1.6 Prove in sito

- 2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA
  - 2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
    - 2.3.1.1 Inerti
    - 2.3.1.2 Legante
    - 2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio
    - 2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
    - 2.3.1.5 Prove di laboratorio
    - 2.3.1.6 Prove in sito
- 2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE
- 2.5 MICROTAPPETI A FREDDO
  - 2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
    - 2.5.1.1 Inerti
    - 2.5.1.2 Legante
    - 2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio
    - 2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
    - 2.5.1.5 Prove di laboratorio
    - 2.5.1.6 Prove in sito
- 2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA
  - 2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare
    - 2.6.1.1 Inerti
    - 2.6.1.2 Legante
    - 2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio
    - 2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva
    - 2.6.1.5 Prove di laboratorio
    - 2.6.1.6 Prove in sito
- 2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA
  - 2.7.1 Materiali.
  - 2.7.2 Posa in opera
  - 2.7.3 Sigillature dei giunti
- 2.8 Cordoli



## **1.0 GENERALITA'**

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso il Laboratorio del Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Impresa dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

### **1.1 STRATI DI FONDAZIONE**

#### **1.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

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

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

##### **1.1.1.1 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi**

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
crivello 5	25 - 55
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0,4	7 - 22
setaccio 0,075	2 - 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;  
d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;  
e) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35;

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978).

Le caratteristiche suddette 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.

Per il materiale proveniente da cave l'impresa dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

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.

### 1.1.1.2 Modalità esecutive

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).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di Pc (100 - x)}{100 Pc - x di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

X = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 - 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0,25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

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.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

## 1.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidi, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicate in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito superiore ai 20 cm o inferiore ai 10 cm.

### 1.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

#### 1.1.2.1.1 Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso
crivello 40	100
crivello 30	80 - 100
crivello 25	72 - 90
crivello 15	53 - 70
crivello 10	40 - 55
crivello 5	28 - 40
setaccio 2	18 - 30
setaccio 0,4	8 - 18
setaccio 0,18	6 - 14
setaccio 0,075	5 - 10

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

#### 1.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

#### 1.1.2.1.3 Acqua

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.

#### 1.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

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

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, 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 cm<sup>3</sup>); 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.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

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  $\pm 15\%$ , 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.

#### 1.1.2.1.5 Modalità esecutive

##### 1.1.2.1.5.1 Confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati 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.

#### **1.1.2.1.5.2 Posa in opera**

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.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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.

#### **1.1.2.1.5.3 Protezione superficiale**

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/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

#### **1.1.2.1.5.4 Requisiti di accettazione**

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n°5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

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.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm, ciò potrà essere ottenuto con l'applicazione della formula di trasformazione di cui punto 1.1.1.2 della presente sezione, oppure con una misura

diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 - 1992), 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 150 MPa.

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.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

## 1.2 STRATO DI BASE

### 1.2.1 Generalità

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.

#### 1.2.1.1 Inerti.

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.

#### 1.2.1.2 Legante.

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" "A" "B"			
CARATTERISTICHE:	UNITA	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 <sup>-1</sup>	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	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 <sup>-1</sup>	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.).

### 1.2.1.3 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.

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 idrocarburoci dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

### 1.2.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

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%.

#### **1.2.1.5 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/m<sup>2</sup>.

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 diam.; 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. Il tutto nel rispetto degli spessori di progetto.

### 1.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

#### 1.3.1 Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati 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.

#### 1.3.1.1 Inerti

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 prelievo 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.

#### - Per strati di collegamento (BINDER):

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inf. 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").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

#### - Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo 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"), inf. a 0,85;

31 - 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);

32 - 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 limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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:

R - 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 ÷ 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 lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfaltini con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### 1.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto 1.2.1.2 della presente Sezione.

### 1.3.1.3 Miscele

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I	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, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

2) Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso	
	Fuso tipo "A"	Fuso tipo "B"
Crivello 20	100	—
Crivello 15	90 - 100	100
Crivello 10	70 - 90	70 - 90
Crivello 5	40 - 55	40 - 60
Setaccio 2	25 - 38	25 - 38
Setaccio 0,4	11 - 20	11 - 20
Setaccio 0,18	8 - 15	8 - 15
Setaccio 0,075	6 - 10	6 - 10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al  $10\% \pm 2\%$ .

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### 1.3.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

### 1.3.1.5 Formazione e confezione degli impasti

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.

### 1.3.1.6 Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) 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 benestare 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.

25 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 l'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.

28 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.

39 In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

40 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 ( $\Delta$  %) 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 bituminoso (base, binder ed usura) 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."

#### - Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente).

#### 1.3.1.7.1 Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- 33 - coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- 34 - la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

### 1.3.1.7.2 Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:  
 Legante "E" : legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORE (γ)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333+343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180 - 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 - 2

Legante "F" : legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORE (γ)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180 - 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 - 1.8

### 1.3.1.7.3 Miscela

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", "intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Passante totale in peso %

Serie crivelli e setacci UNI	Fuso A "Granulone"	Fuso B "Intermedio"	Fuso C "Monogranulare",
Crivello 20	100	100	100
crivello 15	80 - 100	90 - 100	100
crivello 10	15 - 35	35 - 50	85 - 100
crivello 5	5 - 20	10 - 25	5 - 20
setaccio 2	0 - 12	0 - 12	0 - 12
setaccio 0,4	0 - 10	0 - 10	0 - 10
setaccio 0,18	0 - 8	0 - 8	0 - 8
setaccio 0,075	0 - 6	0 - 6	0 - 6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela "granulone" (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela "intermedio" (fuso B)
- drenabilità buona: miscela "monogranulare" (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento " " in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz) Coeff. fonoassorbimento ( )

400 - 630	> 0,15
800 - 1600	> 0,30
2000 - 2500	> 0,15



46 Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato.

In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di , dovranno essere:

Frequenza (Hz) Coeff. fonoassorbimento

400 - 630 > 0,25

800 - 1250 > 0,50

1600 - 2500 > 0,25

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- 39
- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso "A" e 600 kg per quelli con Fusi "C" e "B".
  - Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso "A" ed a 250 per i Fusi "B" e "C"; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela "granulone" ,	(fuso A)	16% - 18%
miscela "intermedio"	(fuso B)	14% - 16%
miscela "monogranulare"	(fuso C)	12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. 45?

92 In oltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984).

I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
<u>Resistenza a trazione indiretta (N/mm<sup>2</sup>)</u>	0.70 - 1.10	0.25 - 0.42	0.12 - 0.20
<u>Coefficiente di trazione indiretta (N/mm<sup>2</sup>)</u>	≥ 55	≥ 22	≥ 12

### 1.3.1.7.4 Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo "E".

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 - 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

47 Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$Kv = 15 \cdot 1,0^{-2}$  cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

48 La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm<sup>3</sup>/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm<sup>3</sup>/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m<sup>2</sup> 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

## 1.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

### 1.4.1 Generalità

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

#### 1.4.1.1 Trattamento con emulsione a freddo.

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato. Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e  $\text{dm}^3$  12 di graniglia da mm 10 a mm. 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e  $\text{dm}^3$  8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

#### 1.4.1.2 Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno  $1 \text{ Kg/m}^2$  di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra  $160^\circ\text{C}$  e  $180^\circ\text{C}$  entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa  $\text{m}^3$  1,20 per  $100 \text{ m}^2$ , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

#### 1.4.1.3 Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ÷ 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R. del 1957.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso il Centro Sperimentale dell'ANAS di Cesano o presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m<sup>2</sup> previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.



## **1.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

## **1.6 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE**

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

## **1.7 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE**

### **1.7.1 Generalità**

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

#### **1.7.1.1 Inerti**

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

### 1.7.1.2 Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue. Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della D.L.

### 1.7.1.3 Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

essendo:

$P_t$  = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

$a$  = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm).

$b$  = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

$c$  = % di aggregato passante al N. 200.

$d$  = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11% e 15%.

$d$  = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6% e 10%.

$d$  = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%.

$f$  = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere ( $P_n$ ) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove  $P_{1n}$  è:

$$P_{1n} = P_t - (P_v \times P_r)$$

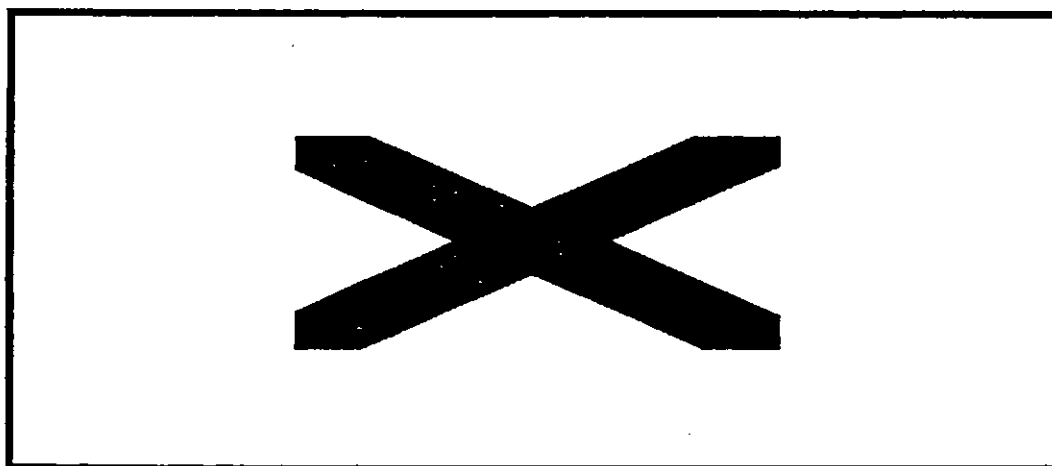
in cui:

$P_v$  = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

$P_r$  = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto ( $b$ ) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di  $P_n/P_t$  ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussées" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di

$$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$$

da N.s.

#### 1.7.1.4 Formazione e confezione delle miscele.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C ÷ 140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

#### 1.7.1.5 Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

### 1.8 MICROTAPPETI A FREDDO

#### 1.8.1 Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

##### 1.8.1.1 Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), minore del 18%;

- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere  $\leq 1.5\%$  (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali")  $\leq 0,015$ ;
- I coefficienti di forma "Cf e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo  $\leq 20\%$  (C.N.R. 80, 1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

### 1.8.1.2 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il  $\Delta PA$  dovrà essere  $\geq 5^\circ C$ ;
- alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

### 1.8.1.3 Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Spessore minimo (Crivelli e setacci UNI)		9 mm	6 mm	4 mm
15	Passante: %	100	100	100
10	Passante: %	85 ÷ 100	100	100
5	Passante: %	55 ÷ 75	55 ÷ 80	85 ÷ 100
0,4	Passante: %	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
0,18	Passante: %	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
0,0075	Passante: %	4 ÷ 10	5 ÷ 10	6 ÷ 10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

### 1.8.1.4 Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

### "bitumi di base"

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione riportati nel punto 1.2.1.2 della presente sezione.

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

I "bitumi di base" non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti "A" e "B" potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportare le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per l'Ente appaltante.

L'aggiunta di prodotti chimici correttivi non dovrà essere superiore al 6% in peso riferito al legante da correggere.

Nel caso contrario (ovvero prodotto non accettabile) si dovrà sostituire quello giudicato deficitario (mediante rimozione e scarica a carico dell'Impresa) con altro nuovo prodotto, che sarà sottoposto in seguito a nuovo giudizio da parte della D.L. e/o della Committente.

In ogni modo dette operazioni di rimozione e di ripristino saranno effettuate a totale carico dell'Impresa e sotto il controllo della D.L..

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..

### "bitumi modificati"

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

Legante "F" (x) (% di modificante/i (+) = 6% - 8%)

GARANTISTICHE	UNITA'	VALORE (x)
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 60
Punto di rammollimento	C / K	65-75/338-348
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-14 / 259
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	80 - 130
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 - 0,4

(x) si intendono polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica (SBS-R, EVA, EMA)

(-) da usare in emulsione con acqua ed agenti emulsionanti

(+) determinati sul residuo secco.

Nella "malta bituminosa" suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

### **1.8.1.5 Composizione e dosaggi della miscela**

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo:		9mm	16mm	24mm
Dosaggio della malta	Kg/m <sup>2</sup>	13 ÷ 20	8 ÷ 14	6 ÷ 10
Dimensione massima degli inerti	mm	10 ÷ 12	7 ÷ 9	5 ÷ 6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti)	%	5,0 ÷ 7,5%	6 ÷ 8%	7 ÷ 10%

### **1.8.1.6 Acqua**

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

### **1.8.1.7 Confezionamento e posa in opera**

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa
- Tramoggia degli aggregati lapidei
- Tramoggia del filler
- Dosatore degli aggregati lapidei
- Nastro trasportatore
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa
- Spruzzatore dell'acqua
- Mescolatore
- Stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità...
- aggiunta dell'emulsione bituminosa
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati. In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

## **1.9 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA**

### **1.9.1 Generalità**

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa rinforzata impermeabile irruvidita. La malta è formata da una miscela di inerti chiari naturali o artificiali particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

#### **1.9.1.1 Materiali chiari naturali**

Valgono le stesse prescrizioni indicate al punto 1.8.1.1.

#### **1.9.1.2 Materiali artificiali chiari.**

Valgono le seguenti prescrizioni.

Gli aggregati chiari artificiali dovranno essere puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita in peso alla prova Micro-Deval in acqua, eseguita sulle singole pezzature, inferiore al 6% (Norma C.N.R. B.U. n° 109 del 20-12-1985);
- coefficiente di levigatezza accelerata C.L.A. maggiore od eguale a 0,48.
- Le classi granulometriche  $d/D$  da impiegarsi dovranno essere le seguenti:  $4 \div 8$  e  $10 \div 15$ , con l'avvertenza che le granulometrie si riferiscono a setacci a maglie quadrate.

Le percentuali delle code di pezzatura dovranno essere, per le parti maggiori di  $D$ , inferiori al 5% in peso e per le parti minori di  $d$ , inferiori al 10% in peso. Gli elementi dell'aggregato dovranno avere forma idonea (non eccessivamente allungati o appiattiti).

L'indice di forma dell'aggregato (rapporto percentuale tra la massa degli elementi di forma non idonea e la massa totale del campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%. Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di forma (rapporto tra la lunghezza  $L$  e lo spessore  $S$ )  $C_f < 3$ .

L'indice di appiattimento dell'aggregato (rapporto percentuale tra la somma delle masse degli elementi di forma non idonea di ciascuna frazione granulometrica e la somma delle masse delle frazioni granulometriche costituenti il campione di prova) dovrà essere inferiore al 15%.

Ciascun elemento dell'aggregato risulterà di forma non idonea se avrà un coefficiente di appiattimento (rapporto tra la larghezza  $D$  e lo spessore  $S$ )  $C_a > 1,58$ .

L'indice di forma e l'indice di appiattimento saranno determinati secondo le modalità della Norma CNR BU n° 95 del 31-1-1984.

### 1.9.1.3 Modalità esecutive

Le modalità da seguire per la posa in opera saranno le seguenti:

- Posa in opera di strato di ancoraggio e livellamento dello spessore medio di mm 4.
- Riscaldamento dello strato appena steso con una serie di piastre radianti di potenzialità complessiva pari a 800.000 Kcal/ora, sino alla completa evaporazione dell'acqua.
- Apertura del traffico a velocità controllata.
- Stesa dello strato superiore dello spessore medio di mm. 9.
- Sabbatura con sabbia ricca in filler a protezione della malta dal contatto dei pneumatici delle macchine operative.
- Rullatura con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito di piastra riscaldante per favorire la risalita dell'acqua e per una sua prima parziale eliminazione.
- Riscaldamento con la solita piastra sino alla completa eliminazione dell'acqua.
- Apertura al traffico a velocità controllata.

## 1.10 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

### 1.10.1 Materiali.

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 - 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

### 1.10.2 Posa in opera

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessioni, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

### 1.10.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere eseguito, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, dopo non meno di 10 giorni di transito sulla pavimentazione. Riparati accuratamente i piccoli cedimenti e le irregolarità eventualmente verificatesi, si procederà alla pulizia delle pavimentazioni mediante getti d'acqua a pressione ed energica scopatura, in modo da ottenere lo svuotamento dei giunti per due o tre centimetri di profondità.

Appena il tratto di pavimentazione così pulita sia asciugato, si procederà alla sigillatura dei giunti, colando negli stessi, con tazze a beccuccio od altri adatti attrezzi, il bitume caldo, avente penetrazione 30 ÷ 40.

### 1.11 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati di norma lunghi 100 cm, salvo nei tratti in curva a piccolo raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di sabbia.

## 2.0 SPECIFICA DI CONTROLLO

### 2.0.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.



La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione. L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

## 2.2 STRATI DI FONDAZIONE

### 2.1.1 - Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

#### 2.1.1.1 Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- AF  
18
- a) compresa del fuso riportato 1.1.1.1 e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
  - b) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
  - c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
  - d) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;

B  
f) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) di cui al successivo comma.

M  
f) indice di portanza CBR (CNR - UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

S  
g) Prova di costipamento dellè terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1979).

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 - 35.

#### 2.1.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### 2.1.1.2.1 Prove di laboratorio

AN  
Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio riportate al punto 2.1.1.1. La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 500 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

#### 2.1.1.2.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;

- 6
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 - 0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.
  - Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

## 2.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

### 2.1.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### 2.1.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- 23
- a) granulometria compresa nel fuso riportato al punto 1.1.2.1.1 ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971);
  - b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
  - 16 c) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
  - 19 d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30- 60;
  - e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

#### 2.1.2.1.2 Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### 2.1.2.1.3 Acqua

5 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.

#### 2.1.2.1.4 Studio della miscela in laboratorio

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

M La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, 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 cm<sup>3</sup>); 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.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm, allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51 $\pm$ 0,5 mm, peso pestello 4,535 $\pm$ 0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293 K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

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  $\pm 15\%$ , 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.

#### 2.1.2.1.5 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Il costo di tali prove sarà a carico dell'Amministrazione con gli importi previsti dalle somme a disposizione del Progetto esecutivo.

#### 2.1.2.1.6 Prove di laboratorio

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio, riportate nel punto 2.1.2.1.1.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 500 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

#### 2.1.2.1.7 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 - 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, ~~non dovrà essere inferiore ai 150 MPa~~. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.
- Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

## 2.2 STRATO DI BASE

### 2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### 2.2.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- 2  
16  
19
- a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.2.1.1.
  - b) prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
  - c) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) superiore a 50;
  - d) granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti:
    - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 100%
    - setaccio UNI 0,18 (ASTM n° 80): passante in peso 90%

### 2.2.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.2.1.2 del presente Capitolato.

### 2.2.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- 30
- 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.

- 23
- Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 -1991; La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

### 2.2.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

### 2.2.1.5 Prove di laboratorio

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- 9?
- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
  - la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
  - la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
  - la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliazione (C.N.R. 138 -1992);
  - le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

### 2.2.1.6 Prove in sito

Lo spessore dello strato ~~dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o~~ ~~carreggiata~~; tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Impresa a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

## 2.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

### 2.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### 2.3.1.1 Inerti

##### Per strati di collegamento (BINDER):

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, con perdita in peso 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"), inf. 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").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

##### - Per strati di usura:

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto 1.3.1.3;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, con perdita in peso inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo 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"), inf. a 0,85;

- 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"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

30

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 lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### 2.3.1.2 Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 1.2.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

### 2.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L' Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

#### 1) Strato di collegamento (binder):

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, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

EW

#### 2) Strato di usura

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall-(C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg].

Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;  
c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;  
d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura-terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### **2.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### **2.3.1.5 Prove di laboratorio**

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.5 del presente Capitolato.

#### **2.3.1.6 Prove in sito**

Valgono le stesse prescrizioni previste al punto 2.2.1.6 del presente Capitolato.

### **2.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE**

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

### **2.5 MICROTAPPETI A FREDDO**

#### **2.5.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

### 2.5.1.1 Inerti

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato al punto 1.8.1.3;

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), con perdita in peso minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere  $\leq 1.5\%$  (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali")  $\leq 0,015$ ;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR 95/84)
- La sensibilità al gelo  $\leq 20\%$  (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

- La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R. B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il  $\Delta PA$  dovrà essere  $\geq 5^\circ C$ ;

b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:

- Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
- Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
- Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%

c) della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014).

### 2.5.1.2 Legante

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

### 2.5.1.3 Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

### 2.5.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva



L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

#### **2.5.1.5 Prove di laboratorio**

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- ~~la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;~~
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

#### **2.5.1.6 Prove in sito**

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

### **2.6 MICROTAPPETI A FREDDO CON INERTI CHIARI NATURALI O ARTIFICIALI DA IMPIEGARE IN GALLERIA**

#### **2.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### **2.6.1.1 Inerti**

Gli inerti da impiegare nel caso di materiali naturali chiari valgono le stesse prescrizioni indicate nel punto 2.5.1.1. Nel caso di materiali artificiali chiari, si dovranno effettuare le prove riportate 1.9.1.2.

##### **2.6.1.2 Legante**

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel punto 1.8.1.4 del presente Capitolato.

##### **2.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio**

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare, ogni composizione delle miscele che intende adottare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

#### **2.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma al Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano (Roma) o presso altro Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

#### **2.6.1.5 Prove di laboratorio**

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato ai punti 1.8.1.4 e 2.5.1.1) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- le caratteristiche del legante bituminoso;

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

#### **2.6.1.6 Prove in sito**

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata.

### **2.7 PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA**

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

#### **2.7.1 Materiali.**

I materiali costituenti i cubetti saranno sottoposti alle prove riportate nel fascicolo CNR n°5 "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 - 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Tali prove dovranno essere condotte in fase preliminare per la qualificazione dei materiali, in fase esecutiva le medesime saranno condotte con frequenza settimanale e comunque ogni 500 m<sup>2</sup> di pavimentazione realizzata.

#### **2.7.2 Posa in opera**

La posa in opera dei cubetti dovrà essere effettuata secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.2 del presente Capitolato.

### 2.7.3 Sigillature dei giunti

Il lavoro dovrà essere effettuato secondo le indicazioni riportate nel punto 1.10.3 del presente Capitolato.

Il bitume da impiegare dovrà avere penetrazione 30 – 40.

La frequenza dei controlli sarà analoga a quella prevista al punto 2.2.1.2.

### 2.8 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

#### Cordoli realizzati in opera

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 1.5 e seguenti, 1.6 e seguenti della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### Cordoli prefabbricati

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a  $350 \text{ kg/m}^3$  di sabbia.

ART. 16

BARRIERE PARAPIEDI

## INDICE

- 1.0 Generalità
- 1.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio
- 1.2 Caratteristiche dei parapetti metallici
- 1.3 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere
- 1.4 Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSEY"
  - 1.4.1 Generalità
  - 1.4.2 Descrizione delle opere
  - 1.4.3 Barriere "NEW JERSEY" in conglomerato cementizio
  - 1.4.4 Barriere "NEW JERSEY" in acciaio

## 1.0 Generalità

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste dal progetto e previo le disposizioni che impartirà la D.L. (dopo l'approvazione del progetto esecutivo).

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allègate al D.M. 03-06-1998:

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

- 1) Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987 ;
- 2) Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;
- 3) Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;
- 4) Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;
- 5) Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;
- 5) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;
- 6) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
- 7) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000.

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 03-06-1998), dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazioni ufficiali pronunciate dal succitato Decreto, con "certificazioni di prove d'impatto al vero" (crashtest) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000).

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Nel caso di "barriere stradali di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare oltre le disposizioni tecniche sopra elencate anche le norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 Maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio" e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, ecc., muri di sostegno) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere ed i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Inoltre devono assicurare il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. del 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni, ed a norma delle disposizioni ed istruzioni sopra elencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà peraltro: le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale ed i materiali da impiegare nel rispetto delle norme di Legge vigenti.

### 1.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm. 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm. 475, modulo di resistenza non inferiore a  $\text{cm}^3$  25.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm. 32.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di m 0,95 per le barriere centrali e m 1,20 per le barriere laterali e posti ad intervallo non superiore a m 3,60.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od altro, previa approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo avente almeno un  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di m 2,5, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del "tipo europeo".

I sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni mm 45x100 e di spessore mm 4.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a  $300 \text{ g/m}^2$  per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali).

Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## 1.2 Caratteristiche dei parapetti metallici

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del LL.PP. 4 maggio 1990 - punto 3.11 -.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunemente richiamate dal predetto D.M..

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco.

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

### **1.3 Prove tecniche (statiche dinamiche) sulle barriere**

Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali e sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle Circolari del Ministero LL.PP del 15-10-1996 e del 06-04-2000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:

- il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni -Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della società Autostrade S.p.a.;
- il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu B.P. 352 69125 Lyon Satolas Aeroport - Francia;
- TÜV BAYERN SACHSEN E. V. - Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstraße, 11 D-85748 GARCHING (Repubblica Federale Tedesca).

### **1.4 Barriere di sicurezza tipo "NEW JERSEY"**

#### **1.4.1 Generalità**

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" stradali potranno essere installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade a protezione di specifiche zone.

Dette barriere saranno realizzate secondo le caratteristiche tecniche costruttive e le modalità previste dal progetto esecutivo e preventivamente approvato dalla D.L..

Inoltre saranno fornite e messe in opera dall' Impresa, sotto le direttive e le disposizioni che impartirà la D.L., dopo l'approvazione del progetto stesso, redatto a carico dell'Impresa.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni del D.M. 03-06-1998 e successive modifiche ed integrazioni.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, dette barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni:

- 1) Decreto del Ministero LL.PP. in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223 ;
- 2) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995,
- 3) Circolare. Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996,
- 4) Circolare. Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996,



- 5) Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996.
- 6) D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996 ,
- 7) Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;
- 8) Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;
- 9) Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000.

Nel caso di "barriere di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.), le stesse dovranno soddisfare oltre che alle disposizioni tecniche sopra elencate anche alle norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4 maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio", e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3).

Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" devono assicurare, sia l'invalicabilità e sia il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

#### 1.4.2 Descrizione delle opere

Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo o in metallo con profilo New Jersey possono essere utilizzati nello spartitraffico centrale, nelle protezioni laterali, quali ponti o viadotti esistenti, di nuova costruzione, o ampliati.

Nello spartitraffico, a seconda della sua struttura o dimensione, si potrà utilizzare il tipo "monofilare" o "bifilare" poggiando gli elementi direttamente al suolo e collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio al piede, nel caso di bifilari, con una piastra al piede ed in testa o un'altra piastra oppure con una barra "diwidag" con manicotto nel caso di monofilari.

Sulle opere d'arte stradali (ponti, viadotti, muri di sostegno, ecc.) potranno essere impiegate barriere "a profilo geometrico tipo New Jersey", a struttura metallica, aventi un peso proprio contenuto (non superiore a 150 Kg/m), rispetto a quelle in calcestruzzo (le quali registrano un peso proprio medio di circa 840 Kg/m), in special modo ove rimane difficoltoso, gravoso ed oneroso intervenire con idonea "riqualificazione" strutturale delle solette e/o delle travi di bordo.

#### 1.4.3 Barriere "NEW JERSEY" in conglomerato cementizio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno realizzate in conglomerato cementizio, anche debolmente armato, di adeguata composizione e resistenza o in elementi prefabbricati, ovvero con il metodo della estrusione gettati in opera.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed, in particolare, i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio e della eventuale armatura, da effettuarsi presso Laboratori Ufficiali, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta.

Il calcestruzzo, comunque, dovrà presentare un valore della resistenza a compressione ( $R_{cK}$ ) non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>.

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di approccio alla barriera, salvo la posa in opera delle barriere che sarà pagata con l'apposito prezzo di elenco.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

#### 1.4.4 Barriere "NEW JERSEY" in acciaio

Esse avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno e saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda il profilo delle barriere "NEW JERSEY" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Esse avranno una struttura metallica prefabbricata con profilo geometrico tipo "New Jersey", costituita da elementi modulari metallici, in acciaio zincato non inferiori al tipo Fe 360 B collegati tra loro tramite cerniere od altri dispositivi, adatti ad un effetto "catenaria" in caso d'urto di veicolo.

Superiormente agli elementi modulari saranno posizionati i corrimano, in tubolari d'acciaio non inferiori al tipo Fe 510 B, zincati a caldo, aventi una sezione (nominale) di non meno 14 cm.

Tubolari sostenuti da opportuni montanti verticali in acciaio zincato rastremati e/o sagomati.

Detti elementi modulari avranno sistemi e dispositivi "duttili" di collegamento, per l'ancoraggio al piano d'appoggio (marciapiede o pertinenza laterale), costituiti da tasselli in acciaio ad alta resistenza di classe 8.8, zincati a caldo, (es.: tipo LIEBIG ULTRAPUS filettatura M20x360 mm o tipo HILTI HUC-1 filettatura M20x360 od altri tasselli equivalenti idonei e congruenti).

I tasselli d'ancoraggio, posti ad interasse (previsto dal progetto), dovranno essere "duttili" ed in grado di non trasmettere alla struttura del viadotto le sollecitazioni prodotte da veicoli collidenti sulla barriera.

Le barriere metalliche dovranno comunque essere in grado di ridirezionare con sufficiente grado di sicurezza i veicoli in urto sulla barriera.

In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale.

Gli elementi modulari metallici della barriera potranno essere chiusi sul lato esterno, per motivi d'impatto ambientale, con mantello (leggero) in lamiera d'acciaio zincata eventualmente verniciata per motivi d'impatto ambientale.

Comunque la barriera stradale metallica a profilo "New Jersey" (per viadotti ed opere d'arte stradali), non dovrà superare il peso unitario di 150 Kg/ml, e dovrà essere del tipo "H4a,b" (ex B3).

La relativa voce di elenco potrà prescrivere, anche parzialmente, le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo ed indicherà gli eventuali oneri aggiuntivi previsti per la realizzazione e posa in opera.

Detta barriera in acciaio dovrà avere lo scopo di ridurre considerevolmente le sollecitazioni, indotte sulle mensole laterali e/o cordoli di bordo, delle suddette opere d'arte stradale.

Inoltre dette barriere metalliche potranno essere, ove la riqualificazione strutturale degli impalcati risulti particolarmente onerosa, di adeguata composizione e resistenza e saranno realizzate da elementi prefabbricati modulari (di appropriata lunghezza, peraltro prevista dal progetto) e comunque saranno installate in opera secondo e le prescrizioni progettuali e le indicazioni dettate dalla Direzione dei lavori.

ART. 17

MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA

## INDICE

- 1.0. Manifatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata
- 2.0. Montaggio dei manifatti
  - 2.1 Tombini ad elementi incastrati o imbullonati
  - 2.2. Condotte portanti a piastre multiple
  - 2.3 Tubi perforati per drenaggi
  - 2.3. Costipamento laterale e riempimento
- 3.0. Controlli

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

## **2.0. Montaggio dei manufatti**

### **2.1. Tombini ad elementi incastrati o imbullonati**

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e  $\frac{2}{3}$ ) e la profondità di mm 12,7 ( $\frac{1}{2}$  pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto, dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

## 2.2 A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e  $\frac{1}{8}$ ).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

## 2.3 Tubi perforati per drenaggi.

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di mm 1,2 - con tolleranza UNI (Norme UNI 2634) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a  $340 \text{ N/mm}^2$  e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici  $1\frac{1}{2}$ ) ed una profondità di mm 6,35 ( $\frac{1}{4}$  di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo.

I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m, saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

## 2.4 Costipamento laterale e riempimento

Il materiale di rinfiacco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'ideale ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

### 3.0. Controlli

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66), nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita.

Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di  $\pm 4\%$ .

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel punto 1.0 del presente Capitolato.

Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfianco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.



ART. 18

OPERE DI CONSOLIDAMENTO

## INDICE

- 1.0 Classificazione, definizioni e normative
- 1.1. Classificazione
- 1.2. Definizioni
- 1.3. Normative di riferimento
- 2.0 TIRANTI DI ANCORAGGIO
- 2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio
- 2.2 Prove tecnologiche preliminari
- 2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali
- 2.4 Materiali ed elementi costruttivi
- 2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio
- 2.4.2 Armature metalliche
- 2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.
- 2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali
- 2.4.3 Apparecchi di testata
- 2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio
- 2.4.3.2 Piastre di ripartizione
- 2.4.4 Miscele di iniezione
- 2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione
- 2.6 Tolleranze geometriche
- 2.7 Perforazione
- 2.8 Allestimento del tirante
- 2.8.1 Iniezione
- 2.8.1.1 Cementazione di 1<sup>a</sup> fase
- 2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati
- 2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori
- 2.9 Elementi di protezione
- 2.10 Tesatura e collaudo
- 2.11 Protezioni anticorrosive in opera
- 3.0 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI
- 3.1 Perforazione
- 3.2 Allestimento dell'ancoraggio
- 3.3 Iniezione
- 3.3.1 Iniezione di miscele cementizie
- 3.3.2 Iniezione di resine
- 4.0 CHIODI
- 5.0 MICRODRENI
- 5.1 Generalità
- 5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti
- 6.0 TRINCEE DRENANTI
- 7.0 POZZI DRENANTI
- 7.1 Attrezzature
- 7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi
- 7.3 Allestimento definitivo dei pozzi
- 7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione
- 7.3.2 Pozzi ispezionabili
- 7.3.3 Pozzi drenanti strutturali
- 8.0 TRATTAMENTI COLONNARI
- 8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 8.2 Prove tecnologiche preliminari
- 8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne
- 8.2.2 Carotaggi e prove in sito

- 8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti
- 8.4 Tolleranze
- 8.5 Miscele cementizie di iniezione
- 8.5.1 Caratteristiche dei componenti
- 8.6 Armatura dei trattamenti colonnari
- 9.0 INIEZIONI
- 9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali
- 9.1.1 Salvaguardia ambientale
- 9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi
- 9.2 Tolleranze
- 9.3 Materiali
- 9.3.1 Miscele cementizie normali
- 9.3.2 Miscele con cementi microfini
- 9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi
- 9.4 Modalità esecutive
- 9.4.1 Esecuzione dei trattamenti
- 9.4.2 Trattamento di impregnazione
- 9.4.3 Trattamenti di intasamento
- 9.4.4 Trattamenti di ricompressione

### 1.1. Classificazione

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

#### a) Ancoraggi

Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

#### b) Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

#### c) Trattamenti colonnari

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

#### d) Iniezioni

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.

### 1.2. Definizioni

#### Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

#### Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglianti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

#### Chiodi

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

### **Microdreni**

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

### **Trincee drenanti**

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4÷5 m a 10÷15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

### **Pozzi drenanti**

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

### **Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)**

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disgregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

### **Iniezioni**

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

*I trattamenti possono definirsi di:*

- **impregnazione**, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- **intasamento**, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- **ricompressione**, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

*Le miscele di iniezione consistono in:*

- **sospensioni** di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- **soluzioni colloidali**, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);

- **soluzioni pure inorganiche**, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

*In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:*

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua- cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivi.

### 1.3. Normative di Riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative.

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN che saranno richiamate ove pertinenti.

## 2.0 TIRANTI DI ANCORAGGIO

Le caratteristiche geometriche e strutturali dei tiranti sono definite nel progetto esecutivo.

### 2.1 Elementi costitutivi dei tiranti e delle barre di ancoraggio

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi:

#### a) Testata

E' il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sulla opera ancorata; è normalmente costituita da una piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, con i relativi dispositivi di bloccaggio, ed il condotto di iniezione.

#### b) Armatura

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio.

#### c) Tratto libero

E' la parte di armatura che non è solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

#### d) Fondazione (Bulbo di ancoraggio)

E' il tratto di armatura che viene solidarizzato al terreno o alla roccia e trasferisce le sollecitazioni per attrito.

#### e) Canna di iniezione

E' costituita da un tubo generalmente in PVC, dotato o meno di valvole a manchettes, che viene collegato al circuito di iniezione per la solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno o alla roccia. Nei tiranti di ancoraggio fra il tratto libero e la fondazione è di norma interposto un dispositivo di separazione, chiamato sacco otturatore, tenuto in sede da due tamponi posti alle estremità. La funzione del sacco otturatore è di bloccare le eventuali fughe di miscela cementizia attraverso il tratto libero; esso dunque è particolarmente necessario nei tiranti aventi inclinazione prossima all'orizzontale.

Nei tiranti definitivi sono presenti dispositivi atti a realizzare la protezione delle armature anche in corrispondenza del tratto di fondazione. Questo dispositivo è in genere costituito da una guaina in PVC corrugata, dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore. Un condotto di iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno). Nel caso di tiranti a iniezioni selettive, la guaina grecata è collegata alla canna di iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes.

### 2.2 Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa, a sua cura, mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo.

Il numero minimo per le varie tipologie di tiranti di prova potrà essere riferito alle indicazioni fornite in tal senso dalle raccomandazioni A.I.C.A.P..

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori, in accordo con eventuali prescrizioni di progetto e con le raccomandazioni A.I.C.A.P su "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" (maggio 1993). I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, dovrà dar corso a sua cura e spese a nuove prove tecnologiche in ragione dello 0,5 % del numero totale dei tiranti ancora da eseguire con un minimo di un tirante prova.

### 2.3 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla D.L. prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto. Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

Tale verifica verrà eseguita, su richiesta della Direzione Lavori a cura e spese dell'Impresa.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti  $< 3$  °F;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in NH<sub>4</sub> dell'acqua risulti  $> 30$  mg/l;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300$  mg/l;
- il contenuto in ioni SO<sub>4</sub> dell'acqua risulti  $> 600$  mg/l oppure  $> 6000$  mg/kg di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di 50 kW;
- l'opera risulti situata a distanza  $\leq 300$  m dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'impresa dovrà certificarne l'idoneità.

## 2.4 Materiali ed elementi costruttivi

### 2.4.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.09.01.1996 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.

### 2.4.2 Armature metalliche

#### 2.4.2.1 Trefoli tipo c.a.p.

Si utilizzeranno trefoli  $\Phi$  6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili  $\Phi$  5 mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm<sup>2</sup>
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN
- modulo elastico :  $E=200 + 205$  KN/mm<sup>2</sup>
- limite elastico convenzionale allo 0.1% :  $f_p(1)k$  1600N/mm<sup>2</sup>
- tensione di rottura :  $f_{ptk} \geq 1800$  N/mm<sup>2</sup>
- allungamento a rottura su 610 mm : 5.2 + 5.1%
- peso : 1.1Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

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

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio :  $T \leq 150 \text{ kN}$
- in fase transitoria (\*) :  $T \leq 180 \text{ kN}$

#### 2.4.2.2 Barre - Barre in acciai speciali

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella Sez. VI.

E' consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

#### 2.4.3 Apparecchi di testata

##### 2.4.3.1 Dispositivi di bloccaggio

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

##### 2.4.3.2 Piastre di ripartizione

Si adoteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

#### 2.4.4 Miscele di iniezione

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per  $1 \text{ m}^3$  di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979.

Gli additivi non dovranno essere aceranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

#### 2.5 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

#### 2.6 Tolleranze geometriche

(\*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.



Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- la lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di  $\pm 2^\circ$ ;
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali.

## 2.7 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'impresa dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Quando sia previsto dal progetto e sia compatibile con la natura dei terreni, si potranno eseguire, mediante l'impiego di appositi utensili allargatori, delle scampanature di diametro noto, regolarmente intervallate lungo la fondazione del tirante. In base alle indicazioni emerse nel corso della esecuzione dei tiranti preliminari di prova e comunque in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, a preventive iniezioni di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$ ;
- pressione  $\geq 8 \text{ bar}$ .

## 2.8 Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvederà all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1<sup>a</sup> fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1<sup>a</sup> fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorchè:

- la perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati ( $i \leq 25^\circ$ ), sia presente.

### 2.8.1 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

#### 2.8.1.1 Cementazione di 1<sup>a</sup> fase

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1<sup>a</sup> fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

#### 2.8.1.2 Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio. Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. La pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I valori di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

#### 2.8.1.3 Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione dovranno essere utilizzate delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione :  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

### 2.9 Elementi di protezione

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

### 2.10 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla D.L.

La trazione di collaudo ( $N_c$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0=0,10 N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto alle piastre di testata. I tiranti che non soddisferanno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la D.L. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Impresa.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto. Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

Esse dovranno essere tarate presso un laboratorio Ufficiale; è facoltà della Direzione Lavori rivedere a cura dell'Impresa la ripetizione della taratura in caso di impieghi prolungati, o ripetuti per più di 50 tiranti, o in caso di risultati che diano adito a dubbi sulla loro attendibilità.

### **2.11 Protezioni anticorrosive in opera**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1, con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvederà all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni. Per un periodo non inferiore a centottanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla D.L. e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.

## **3.0 BARRE D'ANCORAGGIO E BULLONI**

### **3.1 Perforazione**

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti) Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ( $\phi \leq 80 \div 100$  mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

### **3.2 Allestimento dell'ancoraggio**

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

### **3.3 Iniezione**

#### **3.3.1 Iniezione di miscele cementizie**

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1<sup>a</sup> fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

#### **3.3.2 Iniezione di resine**

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ( $\phi = 15 + 20$  mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione. Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfiato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipi della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione. Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatta tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20° e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 - 72;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 - 66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

#### 4.0 CHIODI

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

- a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro;
- b) introduzione dell'armatura;
- c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo. Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 5 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua. L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto. I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore.

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

#### CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE VETRORESINE PER CHIODI

CARATTERISTICHE	UNITA' DI	MATRICE	METODO DI
-----------------	-----------	---------	-----------

	MISURA	POLIESTERE	RESINA EPOSSIDICA	PROVA
Peso specifico	Kg/dm <sup>3</sup>	1.65 - 1.85	1.9	UNI 7092-72
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50 ÷ 70	60 ÷ 75	--
Resistenza a trazione	MPa	400 ÷ 650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a flessione	MPa	300 ÷ 600	> 750	UNI 7219/73
Resistenza a compressione	MPa	150 ÷ 300	450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000 ÷ 32000	35000 ÷ 42000	UNI 5819/66

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Impresa, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

## 5.0 MICRODRENI

### 5.1 Generalità

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali. Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

### 5.2 Caratteristiche dei tubi filtranti

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto.

Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm. Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta. La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20÷40 ore. E' ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco. A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto a copertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio. La sequenza operativa sarà la seguente:

1. posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
2. iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2  $\sigma$ H ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità ( $\sigma$ H equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);

3. spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

#### CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITA' DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI

<i>spessore</i>	2.5 mm
<i>peso</i>	300 g/m <sup>2</sup>
<i>resistenza a trazione (UNI 8639)</i>	350 N/5 cm
<i>allungamento (UNI 8639)</i>	70%
<i>trazione trasversale (UNI 8639)</i>	500 N/5 cm
<i>allungamento trasversale (UNI 8639)</i>	30%
<i>permeabilità</i>	$5 \cdot 10^{-3}$ cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno. Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi d'esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

#### 6.0 TRINCEE DRENANTI

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura) senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 30 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritornerà il tutto con argilla compattata.

## **7.0 POZZI DRENANTI**

### **7.1 Attrezzature**

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercolazione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%.

Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

### **7.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi**

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione piano-altimetrica del collegamento. L'Impresa trasmetterà alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzata utilizzando una miscela cementizia plastica.

### **7.3 Allestimento definitivo dei pozzi**

Sono possibili i seguenti allestimenti:

- pozzi drenanti a tutta sezione;
- pozzi drenanti ispezionabili;
- pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

#### **7.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione**

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvederà alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

#### **7.3.2 Pozzi ispezionabili**

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo  $\phi$  1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spess. 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedire la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvederà ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

### **7.3.3 Pozzi drenanti con rivestimento strutturale**

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo  $\phi$  2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio  $s = 10$  cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione  $\phi$  2 m due rivestimenti ondulati  $\phi$  1.2 e  $\phi$  1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore ( $\geq 2.7$  mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a.

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, etc.).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggie di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

## **8.0 TRATTAMENTI COLONNARI**

### **8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali**

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- fanghi cementizi
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Impresa.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

### **8.2 Prove tecnologiche preliminari**

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Impresa alla Direzione Lavori per opportuna informazione. L'Impresa ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Impresa eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno (salvo particolari richieste che la Direzione Lavori si riserva di volta in volta di fare) 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i tests di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

#### **8.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne**

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50÷60 cm dal p.c.). Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai



terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

### 8.2.2 Carotaggi e prove in sito

Di norma si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo esterno teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure verranno eseguite attraverso dei tubi in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;
- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon;

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm)
- trasporto, nel laboratorio concordato con la Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati.

### 8.3 Caratteristiche minime dei trattamenti

In ogni caso, a meno di particolari esigenze progettuali di volta in volta indicate, le caratteristiche delle colonne che si dovranno realizzare saranno conformi a quanto specificato in tabella 2.3.5.e, ove con:

- $q_u$ : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;
- $D_m$ : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte.

Il modulo di elasticità tangenziale  $E$  dovrà assumere valori pari o superiori a  $E \geq 100 q_u$

Per ottenere i suddetti valori, si dovranno rispettare le seguenti quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato):

- sistema monofluido 350 ÷ 400 kg/m<sup>3</sup>
- sistema a due fluidi 400 ÷ 450 kg/m<sup>3</sup>
- sistema a tre fluidi 600 ÷ 700 kg/m<sup>3</sup>

### CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE COLONNE JET-GROUTING

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) $D_m$	RESISTENZA (MPa) $q_u$
Monofluido	Incoerenti sciolti	0.60÷0.80	>5÷6
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.4÷0.6	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.4÷0.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.3÷0.5	

A due fluidi	Incoerenti sciolti	1.0÷1.5	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.6÷0.9	
A due fluidi	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.7÷1.0	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.5÷0.8	
A tre fluidi	Incoerenti sciolti	1.6÷2.0	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	1.0÷1.5	
A tre fluidi	Coesivi soffici o mediamente compatti	1.2÷1.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.6÷1.00	

#### 8.4 Tolleranze

Le colonne dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni nominali di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro della colonna: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: ± 2%
- lunghezza: ± 15 cm
- diametro medio reso: non inferiore a quello nominale di progetto
- quota testa colonna: ± 5 cm.

#### 8.5 Miscele cementizie di iniezione

##### 8.5.1 Caratteristiche dei componenti

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

E' ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare ≥ 97%) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi e del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla D.L. per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet-grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 \leq a/c \leq 2$$

#### 8.6 Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo Fe 430-510 senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati o saldati, che essere in grado di resistere ad una sollecitazione a trazione pari almeno al 70% del medesimo carico ammissibile a compressione, da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

## 9.0 INIEZIONI

### 9.1. Soggezioni geotecniche ed ambientali

Poichè la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Impresa dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc.), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, etc.). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, etc.). Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

#### 9.1.1 Salvaguardia ambientale

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti. E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

#### 9.1.2 Controllo degli stati tenso-deformativi

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

## 9.2 Tolleranze

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche :  $\pm 5$  cm;
- scostamento dall'asse teorico :  $\pm 2\%$ ;
- lunghezza :  $\pm 15$  cm.

## 9.3 Materiali

### 9.3.1 Miscele cementizie normali

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.2 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio  $c/a$  può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E' ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh :  $35 + 45$  secondi
- viscosità apparente :  $10 + 20$  cP
- rendimento volumetrico :  $\geq 95\%$   
(per miscele stabili)

### 9.3.2 Miscele con cementi microfini

#### 9.3.2.1 Caratteristiche dei cementi e dosaggi

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di  $8500 \div 12000 \text{ cm}^2/\text{g}$  (Blaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

$$D_{98} = 10 \div 20 \text{ }\mu\text{m}$$

$$D_{50} = 3 \div 5 \text{ }\mu\text{m}$$

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 \leq c/a \leq 0.6$$

E' ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici.

Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh :  $27 \div 30$  secondi
- rendimento volumetrico :  $\geq 95 \%$ .

#### 9.4 Modalità esecutive

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi di miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO	INTERVALLO DELLA PROVA	
	DOPO 48 h DALLA INIEZIONE	DOPO 7 h DALLA INIEZIONE
resistenza a compressione semplice	$\geq 1 \text{ MPa}$	$\geq 1,5 \text{ MPa}$
R.D.Q. (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza $\geq 100 \text{ mm}$	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$

L'Impresa, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (clacquage).

L'Impresa dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Impresa potrà dare corso ai trattamenti soltanto dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il suo benestare in base ai risultati delle prove di cui sopra, con l'avvertenza che in ogni caso tale benestare non ridurrà la responsabilità...