



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

## PROGETTO DEFINITIVO PER LE OPERE DI URBANIZZAZIONE DELL'AREA A SERVIZIO DEL TERMINAL CROCIERE LOCALITA' PORTO CORSINI, RAVENNA

OGGETTO

### DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE (OPERE A VERDE) 2° Stralcio

FILE  
1813\_2\_AMMC\_Disciplinare descrittivo e  
prestazionale (opere a verde)

CODICE  
1813\_2\_AMMC

SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Agosto 2022	Emissione
1		
2		
3		

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

*dott. ing. Fabio Maletti*  
Autorità di Sistema Portuale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna, RA

COORDINAMENTO GENERALE:



*arch. Annalisa Barbieri*  
(progettista integratore)  
Acqua Ingegneria S.r.l.  
via A. Zani 7, 48122 Ravenna, RA  
[www.acquaingegneria.it](http://www.acquaingegneria.it)

PROGETTO:

**PAISA'**  
LANDSCAPE

Dott. Agr. Antonio Stignani  
Arch. Paes. Enrico Turini  
Arch. Vittoria Bellassai

Timbro e firma (per Acqua Ingegneria):

Timbro e firma (per Paisà):



Paisa' Architettura del Paesaggio  
Stignani Associati S.r.l.  
Via Alberoni 4, 48121 Ravenna, RA  
[www.paisa.eu](http://www.paisa.eu)

# INDICE

## CAPITOLO I SPECIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE IN MERITO AGLI ONERI ED OBBLIGHI DELL'IMPRESA ED ALLA METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELL'OPERA

### 1 INQUADRAMENTO GENERALE

- 1.1 Inquadramento generale della metodologia operativa e degli obblighi dell'appaltatore
- 1.2 Contenuti del progetto
- 1.3 Concetto di fornitura in opera
- 1.4 Prescrizione dei tempi organizzativi
- 1.5 Sondaggi e rilievi
- 1.6 Consegna dei lavori
- 1.7 Predisposizione del cantiere
- 1.8 Tracciamenti
- 1.9 Verifiche della corretta esecuzione dell'opera
- 1.10 Accertamenti sui materiali e prove di laboratorio
- 1.11 Metodologia di esecuzione delle opere in progetto
- 1.12 Norme per l'esecuzione dei lavori nei riguardi della viabilità e della conservazione delle piante

### 2 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

### 3 SCAVI

## CAPITOLO II QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

### 4 MATERIALI

- 4.1 Prescrizioni Generiche
- 4.2 Collocamento In Opera
- 4.3 Materiali In Genere
- 4.4 Acqua, Calci, Cementi Ed Agglomerati Cementizi, Pozzolane, Gesso
- 4.5 Sabbia
- 4.6 Ghiaia E Pietrisco
- 4.7 Laterizi
- 4.8 Metalli
- 4.9 Composizione Delle Malte
- 4.10 Getti In Calcestruzzo
- 4.11 Percorsi In Inerti stabilizzati
- 4.12 Pavimentazioni In Legno Per Aree Di Sosta E Sedute
- 4.13 Pavimentazioni In Ghiaia rinverditata
- 4.14 Segnaletica stradale
- 4.15 Apparecchi per pubblica illuminazione

## **5 OPERE A RETE (TUBAZIONI)**

- 5.1 Prodotti In Polivinile Di Cloruro (Pvc)
- 5.2 Prodotti In Polietilene Ad Alta Densita' Corrugato - Pead Corrugato
- 5.3 Prodotti In Polietilene Ad Alta Densita' Per Trasporto Acqua - Pead
- 5.4 Prodotti In Polietilene Ad Alta Densita' Per Trasporto Gas – Pead

## **6 POZZETTI DI ISPEZIONE E ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI**

- 6.1 Pozzetti Di Ispezione
- 6.2 Chiusini In Ghisa Sferoidale E Griglie Stradali

## **7 MATERIALI PER GIUNZIONI**

## **8 RILEVATI E REINTERRI**

- 8.1 Generalità
- 8.2 Rilevati Costipati Meccanicamente

## **CAPITOLO III PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **9 RIFACIMENTO PAVIMENTAZIONI STRADALI**

- 9.1 Massicciate ed acciottolati

### **10 PAVIMENTAZIONI STRADALI**

- 10.0 Generalità
- 10.1 Strati Di Fondazione
- 10.2 Strato Di Base
- 10.3 Strati Di Collegamento (Binder) E Di Usura
- 10.4 Trattamenti Superficiali
- 10.5 Scarificazione Di Pavimentazioni Esistenti
- 10.6 Fresatura Di Strati In Conglomerato Bituminoso Con Idonee Attrezzature

### **11 SPECIFICA DI CONTROLLO**

- 11.1 Strati Di Fondazione
- 11.2 Strato Di Base
- 11.3 Strati Di Collegamento (Binder) E Di Usura
- 11.4 Conglomerati Bituminosi A Caldo Rigenerati In Impianto Fisso E Mobile

## **CAPITOLO IV OPERE A VERDE**

- 12.1 Materiali Agrari
- 12.2 Materiali Vegetali

### 12.3 Impianto Di Irrigazione

# **CAPITOLO I**

## **SPECIFICAZIONI DI CARATTERE GENERALE IN MERITO AGLI ONERI ED OBBLIGHI DELL'IMPRESA ED ALLA METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELL'OPERA**

### **1. INQUADRAMENTO GENERALE**

#### **1.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELLA METODOLOGIA OPERATIVA E DEGLI OBBLIGHI DELL'APPALTATORE**

Gli elaborati grafici, le descrizioni, i computi, i dettagli costruttivi e quanto altro costituente il progetto fornito dalla stazione appaltante sono da considerarsi elementi vincolanti per la consegna del lavoro finito.

Con la dichiarazione, rassegnata in sede di gara, di aver preso visione dei luoghi e di tutti gli elaborati del progetto, l'appaltatore dichiara l'opera eseguibile, di aver valutato in sede di offerta la fattibilità e le soluzioni costruttive per l'esecuzione, gli oneri diretti ed indiretti.

Ogni dettaglio, precisazione, ed eventuale variazione, deve essere sottoposta alla approvazione della D.L. completa di tutte le informazioni necessarie per poter addivenire ad un'accettazione o meno da parte della medesima e pertanto deve essere redatto con una parte descrittiva che ne motivi le ragioni, con gli elaborati grafici necessari alla precisa identificazione costruttiva, con la definizione delle caratteristiche tecniche di ogni materiale e modalità di posa relativi all'oggetto della proposta, con la identificazione della marca e del tipo di materiale, con l'accompagnamento dei campioni o dei depliant necessari per la precisa identificazione, con la elaborazione tecnica delle caratteristiche finali dovute all'assemblamento dei medesimi, alle conseguenti necessità e attese di manutenzioni (d.p.r. 554/99 art. 15 c.3), alla valutazione economica in merito ai possibili risparmi o aumenti o non variazione, dell'importo contrattuale.

Con la dichiarazione di aver valutato i prezzi congrui, rassegnata in sede di offerta, l'appaltatore dichiara pertanto la consapevole conoscenza di offrire non una mera prestazione di materiali e manodopera, ma la capacità e la disponibilità generale e completa di una struttura tecnica in grado di conseguire quanto sopra precisato.

Il mancato rispetto degli obblighi dell'appaltatore sopra richiamati costituisce una grave inadempienza contrattuale che non permette alla D.L. di avere garanzia del rispetto dei tempi previsti e della qualità dell'opera e pertanto, se tale attività viene esplicitamente sollecitata e non eseguita dall'impresa, può essere causa di rescissione del contratto.

In sede di inizio dei lavori, il rispetto o meno degli obblighi sopra espressi, è identificato con l'obbligo da parte dell'appaltatore di rassegnare, entro i termini stabiliti dal presente capitolato, un dettagliato programma che preveda per almeno un quarto del tempo contrattuale tutte le operazioni e lavorazioni elementari compresi i tracciamenti, i sondaggi, le elaborazioni di dettaglio, le campionature, l'organizzazione generale e particolare di tutte le fasi necessarie alla preparazione ed all'esecuzione delle opere con la precisazione del personale messo a disposizione sia nel numero che nelle caratteristiche professionali e dei subappalti e delle autorizzazioni all'uso dei materiali che verranno richieste. Tale pianificazione di dettaglio dovrà essere completata entro il primo quarto del tempo contrattuale per tutto il restante programma fino al completamento dell'opera compreso i collaudi, la redazione delle documentazioni necessarie alla consegna dell'opera, la pulizia e la consegna effettiva sia in fase completa che in fasi parziali.

#### **1.2 CONTENUTI DEL PROGETTO**

Le descrizioni vanno considerate unitamente agli elaborati grafici, nel suo complesso e nello spirito generale per cui ogni omissione di elencazione non è da intendersi come volontà di non eseguirle ma è compito

dell'Appaltatore completare l'intervento per renderlo funzionante e funzionale in conformità alle richieste di legge.

In caso di contrasto tra gli elaborati contrattuali vale, quale obbligo contrattuale, la soluzione più vantaggiosa per l'Ente appaltante.

### **1.3 CONCETTO DI FORNITURA IN OPERA**

Nella dizione "fornitura in opera", si intendono comprese tutte le operazioni di progettazione costruttiva qualora richiesto, (esecutivi di progetto – elaborati as-built – soluzioni tecniche di dettaglio), rilievo di misure in luogo, segnalazione e/o operazioni di demolizione o collegamento, esecuzione di tutti i dimensionamenti in genere non forniti dall'Ente, nonché dei disegni costruttivi e di dettaglio, approvvigionamento dei materiali, costruzione, prefabbricazione, lavorazione, assemblaggio, trasporto in cantiere, sollevamento al piano di posa e successiva messa in opera a perfetta regola d'arte, collaudi finali, certificazioni e pratiche autorizzative all'uso, compresa assistenza muraria, materiali, mezzi d'opera, noleggi e mano d'opera generica e/o specializzata e di tutto quanto contrattualmente richiesto compreso i collaudi tecnici e funzionali. Va inoltre ribadito che quando si prescrive negli articoli precedenti o seguenti una lavorazione "a cura e spese dell'Appaltatore" o con dicitura simile, si intende che il relativo onere è remunerato all'interno dei prezzi unitari costituenti il contratto.

LA DITTA APPALTATRICE È COMUNQUE RESPONSABILE IN TOTO DELLE OPERE DA ESEGUIRE E NECESSARIE PER LA CONSEGNA DEL LAVORO FINITO SECONDO LE PRESCRIZIONI, RICHIESTE, SPECIFICHE E CONFORMITÀ AI REGOLAMENTI ED ALLE NORME VIGENTI.

### **1.4 PRESCRIZIONE DEI TEMPI ORGANIZZATIVI**

Nell'ambito della pianificazione di dettaglio del cantiere l'Appaltatore dovrà rispettare il presente programma:

- 1) entro 15 giorni dalla consegna pianificazione e programmazione di dettaglio per 1/4 tempo contrattuale.  
Tale pianificazione dovrà individuare nel dettaglio giornaliero le lavorazioni da eseguire, i mezzi d'opera, i campionamenti sottoposti alla D.L., gli approvvigionamenti, le definizioni di dettaglio, la pianificazione dei rilievi e sondaggi, il numero e la qualifica del personale impiegato.
- 2) entro 1/4 del tempo contrattuale pianificazione e programmazione di dettaglio del restante tempo contrattuale fino alla consegna;
- 3) entro 15 giorni dalla consegna tracciamenti, ed esecuzione dei sondaggi e rilievi;
- 4) entro 30 giorni dall'ultimazione dei lavori: predisposizione degli "as-built" edili; manuale d'uso e manutenzione;

In particolare, sarà cura e onere dell'impresa la predisposizione di tutte le pratiche e gli adempimenti autorizzativi per l'eventuale chiusura di strade e passaggi nonché per ogni altra opera necessaria allo svolgimento delle fasi realizzative delle opere di progetto.

### **1.5 SONDAGGI E RILIEVI**

Nell'ambito dell'identificazione di dettaglio delle lavorazioni e dei materiali è compito dell'impresa, contenuto nell'offerta economica esposta, eseguire entro il tempo stabilito dal presente capitolato dalla consegna del cantiere tutti i tracciamenti, sondaggi verifiche e rilievi necessari nella predisposizione dei costruttivi ed alla identificazione di tutti gli elementi peculiari del cantiere e dell'opera in ragione delle preesistenze, delle configurazioni geologiche e idrogeologiche, delle richieste di autorizzazioni e della ubicazione e caratteristica dei sottoservizi e degli allacciamenti.

In particolare, sarà cura e onere dell'impresa la predisposizione delle pratiche autorizzative all'occupazione del suolo pubblico, alla eventuale chiusura di strade e passaggi.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire, a proprie cure e spese, tutte le indagini ed i rilievi che la Direzione Lavori riterrà necessari od opportuni al fine di determinare la natura e le caratteristiche delle zone di intervento esistenti, nonché la presenza di eventuali sottofondi non idonei

Sono, pertanto, compito dell'impresa, e contenuto nell'offerta economica esposta, i sondaggi e i rilievi puntuali e precisi con restituzione grafica nella scala da 1:100 a 1:500 in ragione dell'oggetto da valutare e comunque ad insindacabile giudizio della D.L., di tutti i manufatti, degli impianti dei collegamenti e degli allacciamenti, dei materiali che li costituiscono, delle loro caratteristiche tecniche, della situazione geologica ed idrogeologica con particolare precisione nei punti di intersezione con le opere da realizzare e di tutti gli elementi che interferiscono direttamente ed indirettamente con l'opera oggetto di appalto.

Prima di procedere ai sondaggi, verifiche, l'Appaltante dovrà rassegnare alla D.L., per la sua approvazione, un programma dettagliato di tale attività con l'indicazione delle misure di sicurezza adottate, dal personale e dei mezzi utilizzati e delle interferenze con l'eventuale presenza di attività, nell'area oggetto di sondaggio e rilievo in aree limitrofe o comunque interferenti.

In sede di approvazione di tale programma, la D.L. potrà richiedere ulteriori e più dettagliate verifiche, sondaggi e rilievi senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie.

A titolo prettamente esemplificativo e non esaustivo è onere dell'Appaltatore eseguire i seguenti sondaggi e rilievi:

- *identificazione dell'area dei capisaldi;*
- *identificazione di tutti i sottoservizi esistenti con l'ausilio delle società erogatrici dei servizi e dove necessario di scavi nella misura idonea alla completa identificazione dei cavi, canali, condotti e manufatti interrati, compreso il ripristino dei manti, cordoli e quanto altro danneggiato nei sondaggi;*
- *esecuzione di scavi di sondaggio idonei ad identificare la quota della falda idrica e la natura dei terreni oggetto di intervento;*
- *rilievo, con ricerca sul campo e scavi dalla posizione degli allacciamenti esistenti;*
- *sondaggi per la valutazione della consistenza, rilievi fotografici e grafici dei manufatti quali recinzioni, murature e pareti in genere che potrebbero risultare danneggiati nella esecuzione degli scavi o nei cedimenti indotti ai terreni limitrofi allo scavo;*
- *individuazione di tutti gli allacciamenti da realizzare.*

## **1.6 CONSEGNA DEI LAVORI**

Le operazioni di consegna dei lavori all'Appaltatore verranno intraprese con le modalità e nei termini fissati dal Contratto.

Con la consegna dei lavori l'appaltatore verrà immesso nel possesso dell'area destinata alla formazione del cantiere ed alla esecuzione delle opere appaltate. Si precisa che l'area è quella indicata negli allegati grafici con i vincoli in essi segnalati e compreso eventuali vincoli non segnalati ma che in sede di sopralluogo di gara l'Appaltatore ha avuto la possibilità di analizzare.

Le operazioni di consegna dei lavori saranno condotte dalla Direzione Lavori, ad esse dovrà presenziare costantemente l'Appaltatore od un suo rappresentante munito dei necessari poteri per il contraddittorio e per l'accettazione. Dette operazioni saranno continuative, anche se occorresse formare i relativi accertamenti di stato in più luoghi od in tempi successivi.

L'Appaltatore, a sue cura e spese, dovrà procurare per sé e per il committente un numero sufficiente di caneggiatori e di operai, dotandoli degli strumenti e dei materiali adatti e necessari per l'esecuzione delle operazioni di consegna, come eventualmente richiesto dalla D.L.:

## **1.7 PREDISPOSIZIONE DEL CANTIERE**

Successivamente alla consegna dell'area ed alla individuazione degli interventi l'Appaltatore dovrà provvedere a recintare l'area fissa di cantiere. La recinzione sarà eseguita con pannelli di rete prefabbricata o con elementi idonei a costituire elemento di schermatura e protezione.

Tale recinzione, alta m. 2, sarà fermamente ancorata al terreno con montanti infissi o posti su plinti (particolare attenzione dovrà essere prestata al fissaggio ed ai dispositivi anti-ribaltamento in caso di vento o eventi meteorologici particolarmente avversi).

Il portone di accesso al cantiere, realizzati in materiale analogo alla recinzione, dovrà essere robusti e collocati nelle posizioni concordate con la Direzione Lavori, all'atto della consegna dell'area.

L'area di cantiere così recintata dovrà essere custodita a cura e spese dell'Appaltatore e per essa valgono le norme proprie delle aree di lavoro.

Con la formazione del cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore dovrà essere predisposta una baracca di dimensioni non inferiori a 15 mq., arredata con un tavolo ed una scrivania, sei sedie, un armadio, un attaccapanni e un porta ombrello.

Tale baracca da destinare alla Direzione Lavori ed alla quale devono essere consegnate le chiavi dovrà essere dotata di impianto di riscaldamento invernale, di climatizzazione estiva, di telefono, di fax e di una stazione informatica con stampante in A4.

La baracca dovrà essere mantenuta pulita a cura e spese dell'Appaltatore.

In prossimità o adiacenza dell'ufficio di cantiere è necessario collocare un servizio igienico a servizio del personale tecnico e della D.L.

Tutto il materiale utilizzato alla fine del cantiere dovrà essere rimosso e resterà all'Impresa.

Nel caso il cantiere fosse ubicato in luogo pubblico frequentato anche durante i lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla predisposizione di tutti i passaggi pedonabili o carrabili necessari.

Tali passaggi dovranno rispettare le normative antinfortunistiche vigenti ed essere corredati di opportune segnalazioni luminose e visive al fine di permettere la frequentazione pubblica in assoluta sicurezza.

## **1.8 TRACCIAMENTI**

L'Appaltatore sarà ritenuto il solo ed unico responsabile dei vari tracciamenti delle opere oggetto dell'appalto. Prima di dare inizio ai tracciamenti, l'Appaltatore dovrà verificare l'esattezza dei punti fissi, delle quote e degli allineamenti riferiti al progetto.

Facendo riferimento ai capisaldi fissati durante la consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà effettuare il tracciamento delle opere fissandone i vertici e gli allineamenti, lo stato di fatto al contorno e nelle aree di intervento e riportando il tutto su elaborati grafici e un cd in autocad. Il tutto dovrà essere consegnato alla D.L..

Durante l'esecuzione delle opere, l'appaltatore dovrà procedere ai tracciamenti altimetrici partendo da quote di riferimento fissate in modo ben visibile ed indelebile lungo tutto il percorso di intervento.

## **1.10 VERIFICHE DELLA CORRETTA ESECUZIONE DELL'OPERA**

L'Appaltatore prima di dar inizio alle lavorazioni e comunque entro 15 giorni dalla consegna dei lavori dovrà eseguire la verifica puntuale di tutte le soluzioni del progetto in genere, con la sola esclusione della conformità urbanistica, per confermarne per iscritto alla D.L. le conformità alle normative vigenti, alla sicurezza ed alle buone tecniche di esecuzione.

Tale verifica dovrà produrre un attestato di accettazione da parte dell'impresa della responsabilità sulla corretta impostazione delle opere da realizzare o in alternativa la richiesta di apporre migliorie al progetto per rendere le opere idonee allo scopo, conformi alla normativa ed alla perfetta regola d'arte.

La D.L. potrà accogliere o rifiutare le proposte ordinando l'esecuzione delle opere come da suo insindacabile giudizio.

## **1.10 ACCERTAMENTI SUI MATERIALI E PROVE DI LABORATORIO**

In ottemperanza al disposto del D.M. 145/2000 e successivi aggiornamenti, si precisa che gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificatamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono quelli relativi ai disposti dalle NTC 2018

In aggiunta alle prove su campioni di calcestruzzo saranno disposte prove su:

- *fondazione stradale* → *prova su piastra per la determinazione della portanza*
- *base stradale* → *prova su piastra per la determinazione della portanza*

- *base – bynder in materiale bituminoso → prove di carotaggio per la determinazione degli spessori*
- *tappeto in materiale bituminoso → prove di carotaggio per la determinazione degli spessori*

Le prove sono disposte dalla D.L. o dal collaudatore a loro insindacabile giudizio e sono a totale carico dell'impresa.

## **1.11 METODOLOGIA DI ESECUZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**

Con la partecipazione alla gara e la conseguente dichiarazione di aver preso visione degli elaborati di progetto e della realtà dei luoghi di esecuzione, l'Impresa concorda sulla correttezza del progetto e, se non subentrano fatti nuovi o imprevisti che comunque debbono essere segnalati alla D.L. ed essere formalizzati con riserva sul registro di contabilità si assume tutte le responsabilità in merito alla corretta esecuzione dell'opera, alla sua funzionalità ed al suo funzionamento finale.

Al fine, comunque, di meglio precisare la funzionalità e la esecuzione a perfetta regola d'arte dell'opera in oggetto, l'Impresa, con la scorta degli elaborati forniti dalla D.L., nel giorno medesimo della consegna del cantiere e dell'inizio dei lavori dovrà procedere a tutti gli accertamenti, controlli, verifiche di congruità e dimensionali, accertamenti sulle possibili quote di progetto, controllo della falda dell'acqua, e nella caratteristiche del sottosuolo, richiesta di permessi e controlli sulla interferenza con gli altri servizi e richieste di accesso e occupazione delle aree private.

In particolare, si precisa che nel tempo utile per l'esecuzione dei lavori sono compresi tutti i tempi richiesti dalle operazioni preliminari di quanto sopra.

L'articolazione delle fasi preparatorie all'esecuzione dei lavori medesimi sarà come di seguito specificato:

- a) l'individuazione precisa delle finalità dell'opera e dei punti in cui si dovranno realizzare i manufatti, la verifica dei tracciati, dei profili longitudinali e la verifica economica, l'accertamento di eventuali interferenze con altri servizi, la predisposizione delle richieste dei permessi necessari, complete di relazione ed elaborati grafici, agli enti interessati, richiesti di accesso e occupazione delle aree private;
- b) sondaggi con escavatore o altro mezzo per la verifica delle quote della falda idrica e per la ricerca di tutti gli eventuali servizi sotterranei e per la definitiva verifica delle caratteristiche geologiche del sottosuolo dell'area interessata all'opera;
- c) realizzazione di un picchettamento completo dell'area con la segnalazione di tutte le opere da costruire per la successiva approvazione da parte della D.L.;

## **1.12 NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI NEI RIGUARDI DELLA VIABILITA' E DELLA CONSERVAZIONE DELLE PIANTE**

### **Modalità di esecuzione delle opere**

I lavori dovranno condursi in modo che non sia impedito il transito dei pedoni, e degli altri veicoli.

Solamente in casi eccezionali e ad esclusivo giudizio della D.L. potrà concedersi di precludere o limitare temporaneamente ai veicoli il transito di una strada o di un tratto di essa.

I recinti degli scavi dovranno occupare il minore spazio possibile ed offrire sicura difesa e decorosa apparenza.

Per tutto quanto riguarda la migliore conservazione delle piante, dei prati, delle aiuole che si trovassero nella sede dei lavori, l'appaltatore dovrà attenersi tassativamente alle disposizioni che darà la D.L..

## **2 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

### **Generalità**

Tecnica operativa - Responsabilità

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi.

Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione, che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi.

#### Disposizioni antinfortunistiche.

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel Decreto Legislativo 81/2008 e successivi aggiornamenti.

#### Accorgimenti e protezioni.

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunisticamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico od elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

Gli scavi che impediscono il passaggio di automezzi o persone, che in sede di pianificazione del lavoro, ad insindacabile giudizio della D.L., dovranno, nelle fasce orarie stabilite dalla D.L., essere coperti o resi idonei al passaggio ostruito, sono da preservare contro i rischi di cadute o cedimento, da rendere agibili a cura e spese dell'Appaltatore.

#### Limiti di demolizione

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni.

#### Diritti dell'ente appaltante

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'ente appaltante. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinaggio nei depositi od accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

### **3 SCAVI**

#### **Generalità**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati.

Data la presenza di falda a livelli molto superficiali, gli scavi per le opere impiantistiche e/o di altra natura dovranno obbligatoriamente essere realizzati mediante l'utilizzo di pannelli di protezione dello scavo - palancole armate autoaffondanti.

L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo qualora necessario alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi, che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

### **Allontanamento e deposito delle materie di scavo**

Le materie provenienti dagli scavi che non fossero utilizzabili, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, alle pubbliche discariche o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, evitando, in questo caso, che le materie depositate arrecassero danno ai lavori od alle proprietà, provocassero frane od ostacolassero il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico.

### **Determinazione sulle terre**

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed altri in sito. Le terre verranno caratterizzate secondo le norme CNR - UNII 10006-63 (Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre) e classificate sulla base del prospetto I, allegato a dette norme.

### **Scavi di sbancamento**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intenderanno quelli occorrenti per l'apertura della sede o del rilevato stradale, piazzali ed opere accessorie, per lo spianamento del terreno sede di eventuali costruzioni, per la formazione di piani di appoggio di platee di fondazione, vespai, corlature e sottofasce, per la creazione di rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli occorrenti per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione, che pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche ai campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

### **Scavi di fondazione**

#### **Generalità**

Per scavi di fondazione in generale si intenderanno quelli chiusi tra pareti verticali, riproducenti il perimetro delle fondazioni; nella pluralità di casi quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione ristretta. Saranno

comunque considerati come scavi di fondazione quelli eseguiti per dar luogo alle fogne, alle condotte, ai fossi ed alle cunette.

Modo di esecuzione

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che la Direzione Lavori riterrà più opportuna, intendendosi quella di progetto unicamente indicativa, senza che per questo l'Appaltatore possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il piano di fondazione sarà reso perfettamente orizzontale, ed ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, od a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza.

In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate.

Gli scavi delle trincee per dar luogo alle condotte ed ai canali di fogna dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione e per qualsiasi carico viaggiante.

### **Attraversamenti**

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici ecc., od altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

### **Scavi in presenza di acqua**

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento negli scavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggotamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

Gli scavi di fondazione che dovessero essere eseguiti oltre la profondità di cm 20 dal livello sopra stabilito, nel caso risultasse impossibile l'apertura di canali fugatori, ma fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore per l'esaurimento dell'acqua, saranno considerati come scavi subacquei e, in assenza della voce di Elenco, saranno compensati con apposito sovrapprezzo.

### **Divieti ed oneri**

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature od altro, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa ed abbia dato esplicita autorizzazione.

Il reinterro dei cavi, per il volume non impegnato dalle strutture o dalle canalizzazioni, dovrà sempre intendersi compreso nel prezzo degli stessi scavi, salvo diversa ed esplicita specifica.

**Specificazioni ed oneri**

Salvo diversa specifica, il prezzo di Elenco dovrà intendersi riferito al metro cubo di scavo entro la sagoma ordinata. Si intenderà inoltre compresa ogni e qualsiasi armatura parziale e totale, nonché il carico del materiale scavato ed il suo trasporto in rilevato od ogni altro onere che potesse verificarsi per la completa e perfetta esecuzione dei lavori.

## **CAPITOLO II QUALITA' DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI**

### **4 MATERIALI**

#### **4.1 PRESCRIZIONI GENERICHE**

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti senza che siano determinanti i luoghi o le fabbriche di produzione da cui debbano prendersi alcuni dei materiali medesimi, ove fossero citati delle marche e dei modelli, debbono intendersi quale esplicitazione delle caratteristiche tecniche e possono essere usati materiali simili.

Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'Impresa, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

A ben precisare la natura delle provviste materiali occorrenti alla esecuzione delle opere l'Impresa dovrà presentare, per le principali provviste, un certo numero di campioni da sottoporre alla scelta ed alla approvazione della Direzione dei Lavori, la quale dopo averli sottoposti alle prove prescritte, giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza il modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'Impresa per l'intera provvista.

La D.L. ha facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che debbonsi impiegare in ogni singolo lavoro, quanto trattasi di materiali non contemplati nella presente specifica.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'Impresa asportarsi dal Cantiere e l'Impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a proroghe del tempo fissato per la ultimazione dei lavori.

Anche i materiali ammessi al cantiere non si intendono perciò accettati e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo la loro collocazione in opera qualora non risultassero corrispondenti alle prescrizioni del Capitolato.

L'Appaltatore dovrà demolire e rifare a sue spese e rischio i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e pesi diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione o protesta.

In merito alla eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dal Capitolato, verrà deciso secondo la procedura stabilita dal Capitolato medesimo.

Allorché la D.L. presuma che esistano difetti di costruzione, essa potrà ordinare le necessarie verifiche anche ad opera già realizzata.

Le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore quando siano constatati vizi di costruzione. Anche nel caso sia riconosciuto, dopo aver eseguito le verifiche richieste dalla D.L., che non vi siano difetti di costruzione, l'Appaltatore non avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per le verifiche e/o a qualsiasi indennizzo o compenso.

Ciò non di meno ogni prova o verifica prescritta dalle specifiche tecniche eseguita dalla D.L. o da essa richiesta durante l'esecuzione dell'opera sarà a totale carico dell'Impresa fatto salvo quanto prescritto nell'articolo "Prove e controlli".

#### **4.2 COLLOCAMENTO IN OPERA**

Il collocamento di qualsiasi opera, materiale od apparecchio, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito nel cantiere dei lavori e nel suo trasporto nel sito, intendendosi con ciò tanto il trasporto in pieno o in pendenza che il sollevamento e tiro in alto o in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc., nonché il collegamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione e tutte le opere conseguenti di tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in ripristino.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e le cautele del caso, e l'opera stessa dovrà essere convenientemente protetta, se necessario, anche dopo il collocato essendo esso Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero eventualmente arrecare alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori sino al termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza od assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale.

### **4.3 MATERIALI IN GENERE**

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

### **4.4 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI POZZOLANE GESSO**

**a) Acqua** - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

**b) Calci** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 (« Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici ») nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 (« Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche »).

**c) Cementi e agglomerati cementizi.**

1) cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 (« Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi ») e successive modifiche. Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nelle NTC 2018.

2) I cementi e gli agglomerati cementizi dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

### **4.5 SABBIA**

Sabbia per conglomerati cementizi

Dovrà corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 3 giugno 1968, All. 1 e dal D.M. 26 marzo 1980 All. 1, punto 2, essere esente da sostanze organiche o da solfati e presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

La granulometria dovrà essere assortita ed adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbia marina, salvo efficace lavaggio e previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Sabbia per costruzioni stradali

Dovrà corrispondere alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali", di cui al Fascicolo n. 4/1953, C.N.R., adottato con Circolare Ministero LL.PP. 17/02/1954, n. 532.

Sabbia per letto di posa condotte e ricoprimento

Il materiale inerte posato per il rinfiacco completo, letto di posa, fianchi e ricoprimento dovrà essere costituito da sabbia di cava con pezzatura variabile dalle sabbie fini (0,05 ÷ 0,1 mm) alle sabbie grosse (0,2 ÷ 0,5 mm a spigoli arrotondati) con modeste (percentuale non superiore al 10 - 15%) presenze d'impurità o ghiaia. Queste ultime, comunque, non devono superare la dimensione di 10 - 15 mm ed essere a spigoli assolutamente arrotondati.

Il materiale dovrà essere compattato secondo le prescrizioni del fornitore dei condotti o secondo le richieste della D.L.

## **4.6 GHIAIA E PIETRISCO**

### **Generalità**

I materiali in argomento dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, nè gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili, e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee od organiche.

Per il controllo granulometrico l'Appaltatore dovrà approvvigionare e porre a disposizione della Direzione i crivelli UNI 2334.

### **Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi**

Dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 26/03/1980, All. 1, punto 2. La granulometria degli aggregati sarà in genere indicata dalla D.L. in base alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e per le strutture in generale il 25% della minima dimensione strutturale.

### **Ghiaia e pietrisco per sovrastrutture stradali**

Dovranno corrispondere, come definizione e pezzature, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI 2710.

Gli elementi dovranno presentare uniformità di dimensioni nei vari sensi, escludendosi quelli di forma allungata, piatta o scagliosa. I pietrischi dovranno altresì rispondere alle norme riportate al precedente punto. Per ogni pezzatura di pietrischi, pietrischetti e graniglie sarà ammessa come tolleranza una percentuale in massa non superiore al 10% di elementi di dimensioni maggiori del limite superiore ed al 10% di elementi di dimensioni minori nel limite inferiore della pezzatura stessa. In ogni caso gli elementi non compresi nei limiti della pezzatura dovranno rientrare per intero nei limiti di pezzatura immediatamente superiore od inferiore. Per il pietrisco 40/71, per il quale non è stabilita una pezzatura superiore, gli elementi dovranno passare per intero al crivello di 100 mm..

Agli effetti dei requisiti di caratterizzazione e di accettazione, i pietrischi verranno distinti in 3 categorie, in conformità alla Tab. II di cui al Fasc. n. 4 C.N.R.. Per la fornitura sarà di norma prescritta la I° categoria (salvo che per circostanze particolari non venisse autorizzata la II°), caratterizzata da un coefficiente Deval non inferiore a 12, da un coefficiente I.S.S. non inferiore a 4 e da una resistenza minima a compressione di  $118 \text{ N/mm}^2$  ( $1200 \text{ kgf/cm}^2$ ). I pietrischi da impiegare per le massicciate all'acqua dovranno avere inoltre un potente legante non inferiore a 30 per l'impiego in zone umide e non inferiore a 40 per l'impiego in zone aride.

In tutti gli aggregati grossi gli elementi dovranno avere spigoli vivi e presentare una certa uniformità di dimensioni nei vari sensi, non dovranno essere cioè di forma allungata od appiattita (lamellare); per quelli

provenienti da frantumazione di ciottoli o ghiaie dovrà ottenersi che non si abbia più di una faccia arrotondata.

I pietrischetti e le graniglie, per gli effetti di cui al precedente capoverso, verranno distinti in 6 categorie, in conformità alla Tab. III del Fasc. n. 4 C.N.R.. Per la fornitura, nel caso di materiali destinati a strati di pavimentazione in superficie (trattamenti superficiali, manti bituminosi), sarà di norma prescritta la I° categoria, caratterizzata da un coefficiente di frantumazione non superiore a 120, da una perdita per decantazione non superiore all'1%, da una resistenza alla compressione non inferiore a  $137\text{N/mm}^2$  ( $1400\text{ kgf/cm}^2$ ) ed infine una resistenza all'usura minima di 0,80. Nel caso di materiali destinati a strati di pavimentazione più interni (strati di collegamento) potranno venire ammesse anche le altre categorie, purché comunque non inferiori alla III°.

#### **4.7 LATERIZI**

I laterizi devono essere di pasta fine, ed omogenea, scevra di strati di sabbia, di noccioli e calcinelli, dovranno essere il modello costante, ben formati, con facce regolari e spigoli vivi, esenti da sbavature e suscettibili di una sufficiente adesività alle malte, dovranno presentare un forte grado di cottura, così da riuscire sonori alla percussione, ma non verificati, nè contorti, nè screpolati.

Inoltre dovranno essere resistenti alle azioni di gelo.

I mattoni devono presentare, sia allo stato asciutto che dopo completa imbibizione d'acqua, una resistenza allo schiacciamento di almeno  $\text{Kg. } 150\text{ per cm}^2$ . quando si tratti di mattoni destinati alla fabbricazione di fabbricati o di opere d'arte di secondaria importanza, e di almeno  $\text{Kg. } 200\text{ per cm}^2$ . quando siano destinati alla costruzione di volti o di opere d'arte principali o di paramenti.

Tutti i laterizi dovranno essere conformi alle norme UNI relative a questo materiale.

#### **4.8 METALLI**

I metalli e le leghe metalliche da impiegarsi nei lavori devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura o simili.

a) Ferro - Il ferro dovrà soddisfare alle condizioni contenute nelle "norme e condizioni per le prove di accettazione dei materiali ferrosi" vigenti all'atto dell'appalto.

Il ferro in tondini, barre e lamiere da impiegarsi per le armature delle opere in calcestruzzo armato, dovrà per qualità e resistenza soddisfare alle particolari norme contenute nelle "Prescrizioni per l'accettazione degli agglomerati idraulici semplice ed armato" esse pure vigenti all'atto dell'appalto.

Il filo d'acciaio dovrà essere del tipo crudo, anche lucido, con carico di rottura non inferiore ai  $60\text{ Kg./mm}^2$ .

b) Ghisa - La ghisa dovrà essere di seconda fusione a grana fine, grigia compatta, omogenea, esente da bolle, gocce fredde ed altri difetti di fusione.

Dovrà essere facile da lavorarsi con la lima e con lo scalpello e ricaricabile in modo che il peso del martello si ammacchi senza scheggiarsi.

Dovrà pure avere peso specifico non inferiore a  $7.200\text{ kg./m}^3$ . e tutti i requisiti di resistenza stabiliti dalle norme vigenti all'atto dell'appalto.

La fusione dovrà essere fatta in modo che i singoli pezzi non presentino sbavature e soffiature, sporgenze e scheggiature.

Le pareti interne dovranno essere lisce e perfettamente ripulite.

#### **4.9 COMPOSIZIONE DELLE MALTE**

Le dosi dei componenti le malte dovranno corrispondere a quanto è stabilito nell'Elenco dei prezzi; è riservata la facoltà alla Direzione dei Lavori di variare tali proporzioni, nel qual caso si varieranno i corrispettivi prezzi.

I componenti le malte saranno ad ogni impasto separatamente misurate con casse di determinate capacità fornite dall'Assuntore; esse verranno intimamente mescolate con mezzi ordinari e meccanici.

Nella manipolazione delle malte con mezzi ordinari, la miscela della calce o del cemento in polvere con la sabbia si farà all'asciutto od a miscela compiuta, si innaffierà con acqua mescolandone i componenti sino ad ottenere l'impasto perfetto. La manipolazione dovrà farsi sopra aree pavimentate in legno o muratura al riparo dal sole e dalla pioggia.

Il volume degli impasti verrà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui saranno portati a rifiuto.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione potrà chiedere di unire alla malta un solvente; per tale impiego l'Impresa non potrà sollevare eccezioni; il solvente sarà fornito dall'Amministrazione o ne sarà rimborsato l'importo all'Impresa.

#### **4.10 GETTI DI CALCESTRUZZO**

Per l'esecuzione di opere in calcestruzzo l'Impresa dovrà attendersi alle prescrizioni stabilite dalle vigenti "norme per le prove di accettazione degli agglomerati idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio" ed in particolare alle prescrizioni contenute nella Legge 05/11/1971 n.1086 e D.M. 30/05/1974.

La confezione del calcestruzzo avverrà per impasti risultanti dalla mescolanza dei prescritti materiali nelle proporzioni previste dall'Elenco prezzi, salvo diverse disposizioni, scritte alla data dalla Direzione dei Lavori.

Il volume della sabbia e della ghiaia sarà misurato con la più grande esattezza mediante apposite casse di forma geometrica fornite dall'Impresa o mediante pesatura. La formazione degli impasti dovrà essere eseguita in apposita mescolatrice meccanica o su aree pavimentate in legno o muratura, non mai su terreno nudo. Si farà dapprima la mescolanza a secco della sabbia col cemento o la calce, si aggiungerà poi la ghiaia o il ghiaietto mescolando, nuovamente versando in seguito per sospensione il minimo quantitativo di acqua possibile che sarà determinato volta per volta secondo il grado di umidità, la stagione e la natura dell'opera da eseguirsi.

Lungo le strade pubbliche di ogni genere e categoria, sia durante la esecuzione dei lavori per l'apertura degli scavi, sia per tutto il tempo in cui questi restano aperti, l'Impresa dovrà adottare tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito ai pedoni, agli animali e ai veicoli a giudizio e dietro indicazioni della D.L..

#### **4.11 PERCORSI IN INERTI STABILIZZATI**

I percorsi naturali in terra e inerti stabilizzati vengono indicati per la realizzazione di percorsi carrabili, ciclabili e pedonali, con la caratteristica di preservare la permeabilità del suolo.

La lavorazione prevede la fornitura e posa in opera di pavimentazione riportata in terra stabilizzata e legata, mediante un sistema che preveda l'utilizzo di idoneo misto granulare naturale fine di cava come da specifica tecnica, acqua di impasto e legante tipo Nature Premix di Terra Solida, premiscolato pronto all'uso, specifico per gli interventi di stabilizzazione di inerti granulari naturali, composto da STABILSOLID 20.15, legante-consolidante ecocompatibile a base di calci idrauliche e ossidi inorganici + STABILSANA, inertizzante delle pellicole organiche che circondano le particelle di terreno. La miscela agisce convertendo queste ultime in sostanze colloidali che contribuiscono alla coesione del conglomerato di base, nonché al miglioramento dell'efficienza e delle prestazioni meccaniche della pavimentazione finita. La qualità delle materie prime, accuratamente selezionate e miscelate, in cui è certificata l'assenza di radioattività e la non additivazione in fase di produzione con materie seconde provenienti da scarti di altre lavorazioni industriali, consente di legarsi a terre di diverse classi di appartenenza e di apportare un sensibile incremento dei requisiti meccanico-prestazionali dei materiali trattati, mantenendone pressochè inalterato l'aspetto estetico originale, assicurando quindi il più basso impatto ambientale possibile. Non è prevista l'aggiunta di altri leganti idraulici.

Gli additivi utilizzati non devono alterare, a seguito della miscelazione, le caratteristiche cromatiche dell'inerte utilizzato. L'inerte utilizzato deve presentare le seguenti caratteristiche, da attestarsi preventivamente con idonee prove di laboratorio geotecnico:

- Distribuzione granulometrica regolare tipo "misto stabilizzato" in frazione 0/25,
- Componente plastica scarsa o assente (Indice di plasticità  $IP < 6$ ),
- Passante al setaccio 0,063 mm  $< 10\%$
- Perdita in peso Los Angeles LA  $< 30$ .
- 

Il dosaggio del legante e dello stabilizzante dovranno garantire le seguenti prestazioni minime:

- Resistenza a compressione uniassiale (CNR 29) a 7 giorni di maturazione non inferiore a 20 MPa;
- Resistenza a trazione indiretta (CNR 97) a 7 giorni di maturazione non inferiore a 1,7 MPa.

Le suddette prestazioni, così come l'umidità ottimale della miscela, dovranno essere individuate preliminarmente con opportuno studio della miscela in laboratorio e successivamente verificate nella messa in opera effettiva della pavimentazione con idonei controlli e prelievi.

Prima di procedere alla stesa dello strato miscelato andranno verificate tramite prove di carico su piastra (CNR 146) le caratteristiche di portanza del sottofondo, che non dovrà presentare valori inferiori a 80 MPa.

Tali verifiche sono inoltre finalizzate alla definizione delle specifiche proporzioni degli elementi che compongono la miscela, in particolare nella quantità di legante prevista per metro cubo, per garantire la massima durata, compattezza e stabilità dello strato di finitura in base al tipo di fruizione previsto (carrabile o ciclo-pedonale). Nella tavola di progetto inerente alle stratigrafie delle pavimentazioni (T\_105) sono stati individuati gli spessori di sottofondi e strati di finitura e le quantità previste di legante per ogni pavimentazione in terra stabilizzata, che occorrerà verificare attraverso indagini di caratterizzazione dei suoli e validare con la Direzione lavori.

La messa in opera dovrà avvenire immediatamente dopo la miscelazione a temperature che dovranno essere comprese tra i 5°C e i 30°C (e comunque non inferiori ai 5°C nelle successive 24-48 ore) e dovrà essere eseguita "a regola d'arte", correggendo tempestivamente eventuali difetti, per garantire idonee ed omogenee caratteristiche di portanza e durabilità della pavimentazione. Eventuali interruzioni e successive riprese di stesa dovranno essere eseguite tramite realizzazione di un taglio verticale dello strato realizzato.

La stesa deve avvenire preferibilmente ed ove possibile tramite vibrofinitrice, come alternativa in zone di difficile accesso si procederà alla messa in opera della pavimentazione a mano. La successiva compattazione sarà eseguita tramite rullo compattatore con massa minima pari a 50 q.li, fino al raggiungimento di un grado di addensamento non inferiore al 95% del valore determinabile in laboratorio sulla stessa miscela con la prova Proctor modificata (ASTM D 1557).

Lo spessore minimo a compattazione avvenuta dovrà risultare non inferiore a 15 cm sia per i percorsi ciclopedonali che per i percorsi carrabili.

Dovranno essere inoltre eseguiti giunti di dilatazione, da prevedere con spaziatura pari a 2-3 volte la larghezza della pavimentazione nel caso di realizzazione di percorsi lineari, e non superiore a m. 5 x 5 nel caso di realizzazione di piazzali. Procedendo con la stesa, al termine della compattazione la pavimentazione dovrà essere tempestivamente e progressivamente protetta dall'asciugatura superficiale precoce, in modo da consentirne una corretta maturazione: questo sarà realizzato tramite trattamento immediato con il protettivo anti evaporante STABILCURE, applicato a spruzzo a bassa pressione in quantitativo di 200/250 g/mq; in alternativa, o come ulteriore precauzione nel caso di condizioni di esposizione particolarmente sfavorevoli (forte irraggiamento solare, elevate temperature, presenza di vento) la pavimentazione dovrà necessariamente venire ricoperta con tessuto-non-tessuto mantenuto umido per un periodo di 3-4 giorni. Non dovrà inoltre essere consentito alcun transito sulla stessa nei 4 giorni successivi la stesa.

#### **4.12 PAVIMENTAZIONI IN LEGNO PER AREE DI SOSTA E SEDUTE**

Pavimentazione esterna e rivestimenti panchine in Tavole Decking Pino Termotrattato certificato PEFC di dimensioni 26x140mm, profilo pieno, piallato 4 lati e spigoli raggiati (in allegato scheda tecnica Pino Termotrattato) oliato 4 lati con trattamento preservante.

Si prevede una posa tradizionale con Viti Acciaio C1022 con trattamento keraplus3 torx, per fissare le doghe su una sottostruttura in Larice bilama impregnato 42x60mm posizionata ogni 30/40cm di distanza tra esse.

La messa in opera della pavimentazione comprende la predisposizione delle sedute come meglio definite nei disegni di dettaglio, e della relativa sottostruttura in legno, così da consentire la realizzazione di una superficie continua in legno con gradoni e sedute.

#### **4.13 PAVIMENTAZIONE IN GHIAIA RINVERDITA**

La ghiaia rinverdita è una tecnica realizzata con la sovrapposizione di stratificazioni di inerti tradizionali (sabbie di fondo, stabilizzati, e ghiaie di finitura) che consentono di sostenere il carico di mezzi meccanici, pur mantenendo l'aspetto naturale dell'area del tutto simile all'immagine dei prati attuali.

La realizzazione delle aree carrabili e dei parcheggi di pertinenza agli stabilimenti in ghiaia rinverdita è così composta e realizzata:

- Sottofondo stabilizzato selezionato nella composizione granulometrica al fine di eliminare la porzione realizzato attraverso la fornitura e stesa di spaccato inerte calcareo 10/30 mm, a vantaggio della maggiore capacità di drenare le acque meteoriche superficiali, per uno spessore complessivo di 25 cm.

- Viene poi riportato lo strato di finitura superficiale in ghiaia rinverdita realizzata riportando un substrato con pietrisco pezzatura 10/ 30 mm (spessore 10 cm) miscelato con 15% di terreno vegetale. La porzione di terreno vegetale è composta terreno vegetare dotato di elevata permeabilità, composto con sabbia silicea 50%, rocce vulcaniche calibrate 40%, torbe selezionate e humus 10%, (torba irlandese superfine vagliata a 0-3 mm e di humus vagliato a 0-10 mm.), tra loro miscelate prima di essere accorpate alla porzione di ghiaia.

- Semina di tappeto erboso, da realizzare nel periodo ottimale per il miscuglio di specie previste, andrà quindi effettuata dalla terza decade del mese di settembre fino alla fine del mese di ottobre, per essenze microterme. La semina da eseguire a "spallio" (distribuzione superficiale a mano o con mezzi meccanici spandiseme) deve prevedere una copertura superficiale della semente da eseguire con terreno di sabbioso misto a torba, al fine di garantire una ulteriore ricarica di sostanza organica e protezione del seme durante la fase di germinazione e radicamento.

- Al termine della stratificazione e della semina, la miscela di ghiaia rinverdita verrà compattata mediante passaggi successivi con rulli di peso adeguato, e bagnatura per favorire il costipamento degli interstizi. Tale operazione dovrà proseguire fino ad uno stato di compattazione ed intasamento ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

- Devono essere garantiti alcuni interventi di irrigazione di soccorso che a seconda dell'andamento climatico possono variare entro un numero di 2 mensili (ottobre e novembre) e nei successivi periodi di ripresa vegetativa tra Marzo e Aprile. Durante questa fase di maturazione e accrescimento del prato devono essere limitati gli accessi ai mezzi carrabili, così da garantire l'affrancamento e lo sviluppo delle essenze erbacee.

- Durante la stagione autunnale e la successiva fase primaverile possono essere richiesti dalla D.L. i primi tagli al prato in compreso tra 1 e 3 in relazione all'andamento stagionale e all'intensità di accrescimento del prato.

Ulteriori dettagli di natura tecnico – agronomica sono demandati al capitolo relativo alle opere a verde, semina e cure culturali dei prati. (erbacee)

#### **4.14 SEGNALETICA STRADALE**

I materiali da impiegarsi per la formazione della segnaletica orizzontale e verticale dovranno essere del tipo omologato dal Ministero dei Lavori Pubblici. La ditta aggiudicataria dovrà a richiesta della D.L. presentare il

relativo certificato d'omologazione rilasciato dagli organi competenti, ciascun documento dovrà chiaramente riportare il nome specifico del relativo prodotto sottoposto ad analisi o prove.

a) Pittura catarifrangente da impiegarsi per segnaletica orizzontale

- Aspetto

La pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole. Tale aspetto deve avere anche dopo sei mesi d'immagazzinamento alla temperatura di  $\pm 5^\circ \text{C}$ .

- Colore

Il colore della pittura deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla Direzione Lavori: bianco o giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccamento, si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza accentuate sfumature di colore grigio o giallo. La pittura di colore giallo, dopo l'essiccazione, dovrà avere il tono del colore giallo cromo medio.

Le vernici bianche o gialle da impiegarsi per le segnalazioni stradali orizzontali, dovranno essere del tipo rifrangente premiscelato e dovranno contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione. Esse dovranno altresì essere adatte alla stesa sui consueti tipi di pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.

- Peso specifico

La pittura bianca da 1,550 a 1,750 kg/l;

La pittura gialla da 1,600 a 1,750 kg/l.

- Viscosità

La viscosità viene misurata a  $25^\circ \text{C}$  con viscosimetro Stormer-Krebs. Il colore bianco e giallo avranno da 80 a 90 KU (unità Krebs).

- Composizione

La pittura catarifrangente deve essere del tipo con perline di vetro premiscelate.

Bianco:

- contenuto in biossido di titanio minimo 17%

- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù e gomme sintetiche

- residuo non volatile dal 77 all'84%.

Giallo:

- contenuti in cromato di piombo minimo 13%

- residuo non volatile dal 77 all'84%

- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù o gomme sintetiche.

Il veicolo deve essere del tipo oleo-resinoso, in entrambi i suddetti colori, con un rapporto olio-resina di 1,4.

La resina deve essere del tipo fenoli modificato.

Il 50% dell'olio deve essere costituito da olio di legno della Cina.

Essa dovrà resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

- Perline di vetro

Il contenuto di perline di vetro deve essere del 33% minimo nella pittura di colore bianco e 30% minimo nella pittura di colore giallo.

Le sfere rifrangenti dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di forma sferica almeno per il 90% del peso totale, con esclusione di elementi ovali o saldati insieme.

L'indice di rifrazione delle sfere non dovrà essere inferiore ad 1,50 e dovrà essere usato, per tale determinazione, il metodo dell'immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione prolungata di soluzioni acide tamponate a Ph 5-5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio.

La granulometria delle perline di vetro, determinata con setaccio della serie ASTM, deve essere la seguente:

- perline passanti attraverso il setaccio n. 70: 100%

- perline passanti attraverso il setaccio n. 80: 85÷100%

- perline passanti attraverso il setaccio n. 140: 15÷55%

- perline passanti attraverso il setaccio n. 230: 10% max.

La prova si effettua secondo la norma ASTM D 1214.

- Essiccazione

La prova deve essere verificata secondo le norme ASTM D 711-55 e deve dare un "no-PICK-UP time" (fuori polvere di 60 minuti massimo).

- Strisce di margine con elementi in rilievo

Nel rispetto di quanto previsto al punto 5 dell'art. 141 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992, sia i materiali da utilizzare per la costruzione degli elementi in rilievo, che il profilo degli stessi, sono soggetti ad approvazione da parte del Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Sarà premura della Ditta fornitrice, disporre su specifica richiesta della Direzione Lavori, dell'autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici.

#### b) Segnaletica verticale

I segnali saranno costruiti in lamiera d'alluminio con spessore non inferiore a 25/10 mm ed avranno un rinforzo perimetrale realizzato mediante piegatura a scatola del bordo laterale, qualora le dimensioni dei segnali superassero la superficie di 1,25 mq dovranno essere ulteriormente rinforzati mediante longheroni sul retro secondo le mediane o le diagonali e fissati con elettrosaldatura, oppure la realizzazione potrà avvenire mediante l'uso di profili sovrapposti in lega d'alluminio estruso aventi altezze variabili di 20-30 cm e lunghezza non superiore a ml 6,00, ogni elemento dovrà essere realizzato con profilature lungo i bordi superiore ed inferiore opportunamente sagomate in modo da ottenere per incastro un unico corpo ben saldo. Gli attacchi standard ai segnali saranno fissati anch'essi mediante elettrosaldatura, senza foratura del supporto. Tutti gli elementi dovranno essere sottoposti ad un ciclo di fosfocromatazione e successiva verniciatura a tre riprese.

Il segnale vero e proprio dovrà essere realizzato mediante applicazione sui cartelli di cui ai punti precedenti, di pellicola retroriflettente ad alta intensità Classe 2 dotate di certificato di omologazione. I sostegni per i segnali saranno di tipo in acciaio tubolare zincato a caldo chiusi in sommità nei diametri di 60 mm, le staffe di fissaggio saranno anch'esse realizzate con profilato estruso d'alluminio complete di viti e bulloneria.

## 4.15 APPARECCHI PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE

4.15.1 Sistema a Palo: sistema di illuminazione urbana finalizzato all'impiego di sorgenti luminose a LED.

Installazione su pali in acciaio con braccio laterale singolo, doppio e in versione con bracci sfalsati.

Sistema modulabile altezza/posizionamento punto luce; Finiture superficiali custom a richiesta

Elevato comfort visivo, assenza di dispersione del flusso luminoso verso l'alto.

Flusso Luminoso: fino a 12.000lm

Temperatura di colore correlata:2700K, 3000K, 4000K

Indice di Resa Cromatica: 80

Alimentatore elettronico programmabile con funzioni di auto diagnostica e interfaccia 1/10V - DALI per il controllo remoto del flusso luminoso.

Regolazione automatica secondo logiche mezzanotte virtuale (autodimming -30%)

H pali 4.0m braccio singolo – 6.0m braccio singolo o doppio

#### 4.15.2 Sistema a Bollard

Apparecchio a luce diretta finalizzato all'impiego di sorgenti luminose a LED per percorsi pedonali.

Paletto in acciaio costituito da corpo e vano ottico completo di alimentatore elettronico e cavo uscente d'alimentazione.

Ottica asimmetrica ad elevato rendimento e distribuzione luminosa omogenea.

Temperatura di colore correlata:2700K, 3000K, 4000K

Indice di Resa Cromatica: 80

H. 30cm

#### 4.15.3 Corpo illuminante da incasso

Apparecchio ad incasso a parete finalizzato all'impiego di sorgenti luminose a LED, per luce di Segnalazione e Illuminazione.

Costituito da corpo, controcassa e cornice ad elevata resistenza.

Temperatura di colore correlata:2700K, 3000K, 4000K

Indice di Resa Cromatica: 70

## 5 OPERE A RETE (TUBAZIONI)

### 5.1 PRODOTTI IN POLIVINILE DI CLORURO (PVC)

#### 5.1.1 Generalità

Tubazioni e raccordi in PVC rigido per fognature e scarichi industriali con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero.

I tubi ed i raccordi devono essere conformi alle norme EN 1401 e alle Norme nazionali (es. Italia UNI 7447/87).

Il prodotto deve inoltre riportare il nome del produttore ed il marchio che attesti l'Istituto che ha effettuato i controlli di conformità presso il produttore, per esempio in Italia il marchio è IIP.

Il fabbricante dei tubi e dei raccordi dovrà, pena la non accettazione del materiale, essere certificato per lo standard ISO 9002.

#### 5.1.2 Caratteristiche generali

I tubi ed i raccordi in PVC dovranno essere ottenuti da estrusione e stampaggio da PVC esente da plastificanti.

- Modulo elasticità  
 $E (1\text{min}) \geq 3000 \text{ MPa}$
- Massima volumetrica media  
 $\approx 1.4 \text{ g/cm}^3$
- Coefficiente medio di dilatazione termica  
 $= 0.08 \text{ mm/m}^\circ\text{k}$
- Conducibilità termica  
 $\approx 0.16 \text{ WK}^{-1} \text{ m}^{-1}$
- Resistività superficiale  
 $> 10^{12} \Omega$

#### Rigidità anulare

La rigidità anulare richiesta per i tubi (determinata secondo la EN ISO 9989) è la seguente:

- $\geq 2 \text{ kN/m}^2$  per SDR 51
- $\geq 4 \text{ kN/m}^2$  per SDR 41
- $\geq 8 \text{ kN/m}^2$  per SDR 34

#### 5.1.3 Rapporto di deformazione diametrale permanente (creep)

Il rapporto di deformazione permanente viene calcolato rapportando la deformazione diametrale dopo due anni di carico costante con la deformazione iniziale all'applicazione del carico.

Il rapporto di "creep" per i tubi ed i raccordi conformi a questa norma, (determinato secondo la EN ISO 9967) deve essere minore di 2.

#### 5.1.4 Resistenza chimica

I sistemi di tubazioni di PVC-U conformi a questa norma sono resistenti alla corrosione da parte di acqua con ampio intervallo di valori pH, come l'acqua degli scarichi domestici, l'acqua piovana, l'acqua di superficie e del suolo.

#### 5.1.5 Resistenza all'abrasione

I tubi e i raccordi conformi a questa norma sono resistenti all'abrasione. Per circostanze speciali, l'abrasione può essere determinata con il metodo di prova dato nella EN 295-3.

#### 5.1.6 Scabrosità idraulica

Le superfici interne dei tubi e dei raccordi in PVC conformi alla EN 1401 sono idraulicamente lisce.

La configurazione delle giunzioni e di raccordi assicura buone prestazioni idrauliche.

#### 5.1.7 Deformazione diametrale

In condizioni normali di installazione, la deformazione prevedibile del diametro deve essere minore dell'8%.

#### 5.1.8 Modalità di posa

La posa delle condotte e dei raccordi dovrà avvenire secondo le prescrizioni riportate nelle documentazioni del produttore e secondo le Norme nazionali ed europee di posa.

#### 5.1.9 Prova idraulica della condotta

Le tubazioni ed i raccordi in PVC devono essere impermeabili. Le prove di tenuta idraulica dovranno essere eseguite su tratti di tubazioni comprese tra due pozzetti successivi e saranno eseguite a campione.

Le estremità della condotta saranno chiuse con tappi opportuni a tenuta e successivamente il tratto in oggetto sarà portato ad una pressione di 0.5 bar.

Questo valore dovrà essere mantenuto per 30 minuti; la tubazione è considerata collaudata se la perdita di acqua è inferiore a 0.04 l/m<sup>2</sup> di superficie interna del tubo.

TABELLA DN/SPESSORI SECONDO EN 1401

Diam. Esterno (mm)	SN4 – SDR41 (mm)
110	3.2
125	3.2
160	4.0
200	4.9
250	6.2
315	7.7
400	9.8
500	12.3
630	15.4
710	17.4
800	19.6
900	22
1000	24.5

#### 5.1.10 Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi

Nel trasporto bisogna sostenere i tubi per tutta la loro lunghezza per evitare di danneggiare le estremità a causa delle vibrazioni.

Si devono evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, contatti con corpi taglienti ed acuminanti. Le imbracature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa, di nailon o similari; se si usano cavi di acciaio, questi devono essere opportunamente rivestiti nelle zone di contatto.

I tubi generalmente provvisti di giunto ad una delle estremità, devono essere adagiati in modo che il giunto stesso non provochi una loro inflessione; se necessario si può intervenire con adatti distanziatori tra tubo e tubo.

E' buona norma, nel caricare i mezzi di trasporto, procedere ad adagiare prima i tubi più pesanti, per evitare la deformazione di quelli più leggeri.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante lo sfilamento lungo gli scavi, si deve evitare il trascinarsi dei tubi sul terreno.

Ciò potrebbe infatti provocare danni irreparabili dovute a rigature profonde prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

#### 5.1.11 Carico e scarico

La soluzione ottimale di accatastamento tubi viene realizzata con gabbie in legno o in altro materiale, in grado di resistere al peso del bancale sovrastante. Tale operazione deve essere svolta con la massima cura, specialmente nei confronti dell'allineamento dei bancali stessi.

I tubi non devono essere né buttati né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi durante le operazioni di carico e scarico.

Se non si seguono queste raccomandazioni è possibile, specialmente alle basse temperature, provocare rotture o fessurazioni.

#### 5.1.12 Accatastamento

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccarli.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversini di legno, in modo che i bicchieri delle file inferiori non subiscano deformazioni.

I bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. Così facendo i bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi risultano appoggiati lungo un'intera generatrice.

L'altezza delle cataste non deve essere superiore a m 1.50 (qualunque sia il diametro del tubo), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci con gabbie in legno, è opportuno seguire, per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura può superare agevolmente e per lunghi periodi i 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno dentro l'altro.

Ciò infatti può provocare l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle bassissime temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC per cui la loro movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.), deve essere effettuata con maggiore cautela.

#### 5.1.13 Posa in opera

Nelle pagine che seguono vengono fornite una serie di indicazioni per la posa in opera e per il calcolo statico delle canalizzazioni in PVC per fognature.

Si tratta di norme generali che lasciano all'impresa il compito e la responsabilità di verificare caso per caso il metodo di posa e di calcolo idoneo all'opera in corso di realizzazione.

Nel capitolo si precisano i requisiti fondamentali da rispettare nella posa in opera, e l'importanza che detti requisiti assumono nel dimensionamento della tubazione.

#### 5.1.14 Tipologia degli scavi

In sede di progetto, il tipo di scavo da realizzare è strettamente connesso alla valutazione del carico, al tipo di terreno, alla squadra di operai che s'intende utilizzare. In sede esecutiva quindi è essenziale la corrispondenza scrupolosa tra il progetto e l'effettiva realizzazione.

In tabella si riportano le principali tipologie di scavo rapportando fra loro diametro della tubazione (D), larghezza della trincea a livello della generatrice superiore del tubo (B), altezza di riempimento sulla generatrice superiore della tubazione (h):

Per ottenere i migliori risultati nella posa in opera delle tubazioni è indispensabile:

- realizzare una posa in trincea stretta;;
- impiegare per sottofondo rinfianco e riempimento i materiali più idonei;
- evitare il contatto delle tubazioni con materiale di risulta (pietre, ecc.);
- avvolgere la tubazione interamente in sabbia;
- compattare i materiali utilizzati negli scavi.

TIPO DI TRINCEA		B LARGHEZZA SCAVI
Trincea stretta	$\leq 3 D$	$< H/2$
Trincea larga	$> 3 D < 10 D$	$< H/2$
Terrapieno	$\geq 10 D$	$\geq H/2$

### 5.1.15 Letto di posa

Il letto di posa ha lo scopo di garantire la ripartizione dei carichi in modo uniforme nella zona di appoggio.

Il materiale adatto per il letto di posa e successivamente per il rinfianco è quello indicato dal diagramma.

In condizioni di posa normali, si utilizza generalmente sabbia a pezzatura praticamente omogenea.

Nei terreni in pendenza è consigliabile evitare sabbie preferendo ghiaia o pietrisco senza spigoli tagliati di pezzatura max. 10/15 mm. Il materiale deve poi essere accuratamente compattato senza scendere sotto i 10 cm. Di spessore del letto.

Il tubo deve essere posato rispettando la pendenza calcolata in fase progettuale.

In taluni casi per realizzare delle pendenze precise si collocano dei punti di appoggio per il tubo controllati con la livella.

In questo caso si prescrive di utilizzare materiali non duri, ad esempio traversine in legno, e di riempire i vuoti con sabbia compattata, prima di posare il tubo.

TIPO DI TERRENO	REALIZZAZIONE DEL LETTO DI POSA
<u>OMOGENEO</u> Pezzatura < 20 mm Ghiaia fine	<b>STANDARD:</b>  Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfianco leggermente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia
<u>NON OMOGENEO</u> Argille	<b>ACCURATA:</b>  Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfianco accuratamente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia
<u>GHIAIA GROSSA</u> o altro	<b>ACCURATA:</b>  Posa della condotta sul terreno con sottofondo e ricoprimento rinfianco accuratamente costipato costituito da sabbia a pezzatura praticamente omogenea compresa nel fuso tra sabbia di cava e sabbia e ghiaia

### 5.1.16 Riempimento

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della messa in opera.

Infatti, trattandosi di tubazioni in PVC, l'uniformità del terreno è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il materiale già usato per la costruzione del letto verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete sia continuo e compatto (strato L1).

Il secondo strato di rinfianco L2 giungerà fino alla generatrice superiore del tubo.

La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato L3 arriverà a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati L4 ed L5) sarà effettuato con parte del materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali, ed integrazione di misto naturale o se su terreno agricolo con tutto materiale proveniente dallo scavo depurato come prima indicato.

Il materiale più grossolano (pietrisco diametro > 2 cm) non deve superare il limite del 30%.

Le terre difficilmente comprimibili: morbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare (vedi curva granulometrica dei tipi di terreni).

Il riempimento va eseguito per strati successivi pari a 20 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m utilizzando apposito rullo vibrante avente peso operativo secondo la seguente tabella:

<b>LARGHEZZA SCAVO</b>	<b>PESO OPERATIVO</b>
800 m	950 kg
1000 m	1500 kg
1200 m	2500 kg
1300 m e oltre	4200 kg

La rullatura a scavo completo va eseguita con rullo vibrante non inferiore a 4200 kg.

#### *5.1.17 Prescrizioni per l'esecuzione del giunto*

I tubi e i raccordi di PVC utilizzano una giunzione di tipo elastico del tipo Codolo – Bicchiere con guarnizione elastomerica a labbro.

I manicotti possono avere o meno un battente interno nella parte centrale; l'assenza di questo dispositivo consente l'inserimento nella condotta di nuove derivazioni e l'esecuzione di eventuali riparazioni.

Nel caso di smontaggio e rimontaggio della guarnizione è di fondamentale importanza mantenere il corretto posizionamento della stessa:

- l'incavo posto sotto il labbro della guarnizione deve sempre essere ricolto nella direzione del flusso.

#### Fasi di esecuzione:

- 1) Il tubo alla sua estremità liscia va tagliato normalmente al suo asse con una sega dai denti fini oppure con una fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, deve essere smussata secondo un'angolazione compresa fra 15° e 45°, mantenendo all'orlo uno spessore (crescente col diametro).
- 2) Provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere, assicurandosi che siano integre: togliere provvisoriamente la guarnizione elastomerica qualora fosse presente nella sua sede.
- 3) Segnare sulla parte del cordolo, una linea di riferimento in corrispondenza del bordo bicchiere. A tale scopo si introduce il cordolo nel bicchiere fino a battuta, segnando la posizione raggiunta. Si ritira il tubo di 3 mm per ogni metro di lunghezza tra due giunzioni (in ogni caso il ritiro non deve essere inferiore a 10 mm). Si segna sul tubo il nuovo riferimento, che costituisce la linea prima accennata.
- 4) Inserire in modo corretto la guarnizione elastomerica nella sede del bicchiere.
- 5) Lubrificare la superficie interna della guarnizione e la superficie esterna del cordolo con lubrificante REDI.
- 6) Infilare il cordolo nel bicchiere fino alla linea di riferimento facendo attenzione che la guarnizione non esca dalla sua sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende elusivamente dal perfetto allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione. Quando si oltrepassa il Ø 200 questa operazione può risultare faticosa: si consiglia di conficcare un paletto nel terreno come unto di appoggio per un martinetto idraulico.
- 7) Le prove di collaudo possono essere effettuate non appena eseguita la giunzione.

#### *5.1.18 Collaudo in opera*

Dal punto di vista funzionale il collaudo deve verificare:

- 1 – la deformazione diametrale;
- 2 – la perfetta tenuta idraulica della tubazione.

Le prove suddette devono essere opportunamente programmate ed effettuate con il progredire dei lavori di posa della canalizzazione secondo le richieste della D.L.

#### **TENUTA IDRAULICA IN CANTIERE**

Secondo le procedure di prova previste dalla EN 1610 la tubazione, alle due estremità, verrà chiusa con tappi a perfetta tenuta, dotato ciascuno di un raccordo con un tubo verticale per consentire di raggiungere la pressione idrostatica voluta (tenendo presente che ogni metro di colonna d'acqua corrisponde a 0.1 bar).

La tubazione dovrà essere accuratamente ancorata per evitare qualsiasi movimento provocato dalla pressione idrostatica.

Il riempimento dovrà essere accuratamente effettuato dal basso in modo da favorire la fuoriuscita dell'aria.

Una pressione minima di 1 m dall'acqua sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione ed una pressione massima non superiore a 5 m d'acqua sarà applicata alla parte più bassa.

Nel caso di canalizzazioni a forte pendenza, può essere necessario effettuare la prova per sezioni onde evitare pressioni eccessive. Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento. L'eventuale perdita d'acqua trascorso tale periodo, sarà accettata aggiungendo acqua, ad intervalli regolari con un cilindro prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

Trascorsi 30' dall'inizio della prova, la perdita d'acqua non deve essere superiore a 0.04 litri/m<sup>2</sup> di superficie interna del tubo.

#### **MASSIMA PERDITA CONSENTITA:**

**0.04 l/m<sup>2</sup> (T = 30')**

In pratica la condotta si ritiene favorevolmente collaudata quando, dopo un primo rabbocco per integrare gli assestamenti, non si riscontrano ulteriori variazioni di livello.

Nel seguito viene riportato un esempio per il calcolo della perdita massima ammissibile da confrontare con la perdita reale.

ESEMPIO:

SVILUPPO DELLA TRATTA (Distanza tra due pozzetti):	L = 40 M
DIAMETRO DEL TUBO (TIPO SN4):	Ø = 315 MM
PRESSIONE DI COLLAUDO:	0.5 BAR
DURATA DELLA PROVA:	30'
CONSUMO AMMESSO D'ACQUA:	0.04 L/M <sup>2</sup>

$$Q = \pi \times L \times 0.04 \times \frac{\varnothing}{1000} = 3.14 \times 40 \times 0.04 \times 0.315 = 1.59 \text{ LITRI}$$

#### **PROVA DI TENUTA POZZETTI**

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 0.05 litri/m<sup>2</sup> per ogni m<sup>2</sup> di superficie interna del tubo dopo 30' di permanenza in pressione.

#### **MASSIMA PERDITA CONSENTITA:**

**0.05 l/m<sup>2</sup> (T = 30')**

## **5.2 PRODOTTI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' CORRUGATO - PEAD CORRUGATO**

### 5.2.1 Generalità

L'azienda fornitrice delle tubazioni dovrà fornire garanzie adeguate circa la rispondenza dei materiali rispetto a quanto espresso nel disciplinare.

I pezzi speciali, tutti i manufatti realizzati in polietilene corrugato nonché le tubazioni devono essere forniti dallo stesso produttore che ne garantisce la perfetta tenuta idraulica e meccanica.

Ciascuna tubazione o manicotto dovrà avere una marcatura secondo norma riportante:

- riferimento normativo;
- produttore o marchio;
- diametro nominale (DN);
- materiale;
- giorno mese ed anno di produzione;
- marchio di qualità;
- classe di rigidità.

### 5.2.2 Caratteristiche del materiale

Il tubo è prodotto in polietilene ad alta densità, di prima qualità, sia per la parete esterna corrugata che per la parete interna liscia e risponde ai requisiti prescritti dal prEN 13476-1 e precisamente:

<b>PRESCRIZIONI SUL MATERIALE</b>				
Densità	>=930 kg/m <sup>3</sup>	Temperatura	(23±2)°C	ISO 1183
Indice di fluidità	MFR<=1.6 gr/10'	Temperatura	190°C	ISO 1133
Resistenza a lungo termine	Nessuna rottura nel periodo di prova	Carico Terminali Numero campioni Temperatura Tensione circonf. Tipo di prova Durata Temperatura Tensione circonf. Tipo di prova Durata	15 N Tipi A o B 3 80°C 3.5 MPa Acqua/Acqua 165 hr 80°C 3, c MPa Acqua/Acqua 1000 hr	EN 921
Stabilità termica	>= 20 minuti	Temperatura	200°C	EN 728

### 5.2.3 Tensione ammissibile e modulo elastico

Il polietilene come tutte le resine ha un comportamento più propriamente viscoelastico, quindi sotto sollecitazione alcune proprietà variano molto ed alcune di meno.

Per quantificare tale comportamento ci si riferisce alla classificazione dei polietileni usati per i tubi a pressione. Si è preso come riferimento il PE63, ben noto ed usato per i tubi a pressione per liquidi, come ottimale nella produzione di tubi strutturati. Naturalmente questo sistema viene integrato con opportune prove in modo da garantire il buon comportamento nel tempo.

La norma consiglia le seguenti ulteriori proprietà:

- modulo di elasticità E P 800 MPa
- densità media 940 kg/m<sup>3</sup>
- coefficiente di espansione termica 0,17 mm/m K
- conduttività termica (0,36 , 0,50) W K<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>
- capacità termica (2300 , 2900) J kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>
- resistenza superficiale > 1013 W

### 5.2.4 Resistenza all'aggressione chimica ed elettrochimica

Le caratteristiche di resistenza alla aggressione chimica del PE sono esaminate nella prEN 13476-1, in cui si afferma che i materiali in PE sono resistenti ad acque con una vasta gamma di valori di pH, quali reflui domestici, acqua piovana, acque superficiali e di falda.

Viene precisato che se i prodotti sono usati per acque contaminate da prodotti chimici provenienti da scarichi industriali, si deve tenere presente la resistenza chimica e termica; informazioni in proposito sono contenute nella ISO/TR 7474.

Per quanto concerne la resistenza all'aggressione elettrochimica, il PE è elettricamente inerte, quindi la stessa non può presentarsi.

Il tubo in PE non viene aggredito dall'ambiente e, a sua volta, non cede sostanze dannose per l'ambiente stesso.

#### *5.2.5 Resistenza all'abrasione*

Riguardo al fenomeno, che si presenta evidente nelle fognature sia bianche sia nere, si possono valutare gli effetti attraverso prove pratiche, che quasi sempre non sono comparabili in quanto eseguite con fluidi ed in condizioni diverse.

In generale, si può operare con due parametri di controllo: la quantità di materiale abraso in un dato tempo, o il tempo necessario a "forare" il tubo in un certo materiale.

Nelle fognature, l'abrasione si verifica soprattutto nella parte inferiore del tubo, ma turbolenze localizzate possono estenderla a tutta la parete.

L'abrasione avviene per attrito, sfregamento, rotolamento o taglio, sia per trascinamento che per turbolenza, o per urto ed è tanto più accentuata quanto più la particella è dura ed irregolare.

Le modalità d'abrasione si possono classificare come di seguito descritto:

- penetrazione: la particella "incide" il materiale, e successivamente si libera lasciando una cavità nel materiale del tubo;
- aratura: la particella crea un solco, accumulando di fronte o di lato il materiale che poi è rimosso;
- taglio: la particella agisce come un utensile tagliente che rimuove particelle di materiale;
- frattura: la particella crea una rottura degli strati superficiali.

Il meccanismo d'abrasione è diverso secondo la durezza superficiale e la "elasticità" del materiale, ma anche questo non può assolutamente essere generalizzato.

Per quanto concerne il PE, si può affermare che, a parità di condizioni, esso presenta migliori caratteristiche di resistenza all'abrasione rispetto ad altri materiali. Quanto detto è stato evidenziato con prove specifiche, condotte in particolare presso l'Istituto per le Materie Plastiche di Darmstadt e da alcuni produttori, ma soprattutto dalla durata in esercizio di tubazioni convoglianti scorie minerarie.

#### *5.2.6 Comportamento in temperatura e dilatazione termica*

Secondo prEN 13476-1, tubazioni e raccordi secondo la norma devono essere idonei a resistere alla temperatura in accordo con quanto indicato nella norma EN 476 e cioè a 45 °C per diametri fino a 200 mm ed a 35°C per i diametri superiori.

Il PE presenta un coefficiente di dilatazione lineare generalmente pari a:

$(1,7-2)10^{-4} \text{C}^{-1}$ .

La variazione dimensionale sui tubi strutturali non fa parte dei requisiti di norma, se non in quanto causa di delaminazioni o screpolature. La dilatazione può tuttavia essere un fattore significativo per la installazione, in quanto si potrebbero creare, in conseguenza ad errori nel corso della stessa, tensioni anomale o sfilamento dei giunti. Occorre quindi tenere conto della dilatazione in fase di posa e ricoprimento.

In generale un tubo strutturato presenta una dilatazione lineare inferiore a quella del materiale e dei tubi a parete piena. Tale affermazione si basa sul fatto che la struttura presenta valori del coefficiente di dilatazione uguali su tutta la superficie esposta, ma la espansione o contrazione è contrastata parzialmente dagli elementi della struttura stessa e si sviluppa maggiormente in direzione radiale.

#### *5.2.7 Resistenza del polietilene alle sostanze chimiche*

<b>Agenti Chimici</b>	<b>a 20°C</b>			<b>a 60°C</b>		
	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza	Buona resistenza	Media resistenza	Debole resistenza
Acido stearico	•				•	
Acido succinico (50%)	•			•		
Acido tartarico	•			•		
Acido tricloroacetico (50%)	•			•		
Acido tricloroacetico (100%)	•					•
Acqua di mare	•			•		
Acqua ossigenata (30%)	•			•		
Acqua ossigenata (100%)	•					•
Acqua ragia	•					•
Acrilonitrile	•			•		
Alcool allilico	•			•		
Alcool benzilico	•			•		
Alcool butilico	•					
Alcool etilico (96%)	•			•		
Alcool furfurilico	•			• (D)		
Alcool isopropilico	•			•		
Alcool metossibutilico	•				•	
Aldeide acetica	•				•	
Allume	•			•		
Ammoniaca*	•			•		
Anidride acetica	•				• (D)	
Anidride solforica		•			•	
Anidride solforosa	•			•		
Anilina	•				•	
Benzaldeide	•			•		
Benzene		•			•	
Benzina	•				•	
Benzoato di sodio	•			•		
Bicromato di potassio (40%)	•			•		
Borace*	•			•		
Borato di sodio	•			•		
Bromo			•			•
Canfora	•				•	
Carbonato di sodio	•			•		
Chetoni	•			•		
Cicloesano	•			•		
Cicloesanolo	•			•		
Cicloesanone	•				•	
Clorito di sodio (50%)	•			•		
Clorobenzene		•				•
Cloroformio			•			•
Cloro liquido e gassoso			•			•
Cloruro di alluminio*	•			•		
Cloruro di ammonio*	•			•		
Cloruro di antimonio*	•			•		
Cloruro di calcio*	•			•		
Cloruro ferrico*	•			•		
Cloruro di magnesio*	•			•		

### 5.2.8 Normativa specifica

La normativa di riferimento per il tubo corrugato coestruso a doppia parete con costolatura anulare di tipo B è contenuta nel prEN 13476-1.

La EN ISO 9969 citata in questa sede riveste particolare importanza in quanto costituisce la base per la determinazione di SN.

Le norme tedesche ed americane, pur essendo in sostanza analoghe, differiscono in particolari anche importanti per esempio il dimensionamento, sia in relazione al diametro che agli spessori, la definizione della rigidità, alcuni metodi di prova.

Il preliminare di normativa prEN 13476-1 indica come scopo:

“le prescrizioni per tubi, raccordi ed altri componenti e le condizioni funzionali per sistemi di tubi a parete strutturale in polietilene (PE) ... specifica i parametri ed i metodi di prova per le prove previste nella presente norma”

e fornisce:

- caratteristiche del materiale;
- prescrizioni generali sui tubi in termini di: aspetto, colore, caratteristiche geometriche;
- caratteristiche meccaniche, caratteristiche fisiche ;
- prescrizioni per i raccordi ed accessori;
- compatibilità con l'uso, prescrizioni e prove;
- marcatura;
- specifiche per l'uso di materiale riprocessabile e riciclabile;
- caratteristiche del materiale PE (informativo).

#### 5.2.9 Specifiche tecniche

La specifica tipica per tubi strutturati è la seguente:

“Tubo idoneo per condotte di scarico civili ed industriali, secondo prEN 13476-1, in Polietilene (PE), con densità > 930 kg/m<sup>3</sup>”.

Diametro nominale esterno DN ....., interno minimo Di ..... pari o superiore al minimo definito nella prEN 13476-1. Fornito in barre da (6 - 12 m - o a richiesta ).

Realizzato con granulato di prima qualità, requisiti come da prEN 13476-1.

Corrugato esternamente e con parete interna liscia, tipo B secondo prEN 13476-1, realizzato a doppia parete con coestrusione, irrigidito con costolatura anulare.

Parete resistente con spessore  $e_5 \geq$  (valore di norma), misurato nella zona all'interno della costola, secondo le indicazioni di norma, atto a sopportare un carico idrostatico minimo  $h \geq$  ... m di colonna d'acqua (continuo o saltuario). Classe di Rigidità Circonferenziale SN  $\geq$  (4 - 8 - 16 ) kN/m<sup>2</sup> rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969

Normative di riferimento:

- prEN 13476-1
- EN ISO 9969

normative collegate per i parametri di prova come indicato nelle norme citate.

Marcatura come da norma contenente: [riferimento normativo], [produttore o marchio], [diametro nominale], [materiale], [mese/anno di produzione], [numero di controllo e/o marchio dell'Istituto Italiano Plastici].

Estremità tagliate perpendicolarmente all'asse nel vano tra costole successive.

Collegamento da eseguire (con doppio manicotto e guarnizione, specificato a parte) o (con saldatura di testa).

#### 5.2.10 Marcatura di controllo e marchi di qualità

La marcatura di controllo dei tubi segue le prescrizioni della prEN 13476-1.

Tali prescrizioni sono le seguenti:

- numero della norma e tipo di normalizzazione;
- nome o simbolo del produttore;
- classe di rigidità (indicata con SN);
- materiale (PE);
- codice U per applicazione all'esterno di edifici;
- mese, anno e stabilimento di produzione;
- codice P IIP/a dell'Istituto Italiano Plastici.

La marcatura può essere direttamente stampata sul tubo oppure può essere applicata con etichette purché il livello di leggibilità sia conforme al tipo a "durevole anche durante l'utilizzo".

#### *5.2.11 Giunzioni con manicotto*

I manicotti devono essere conformi a quanto indicato nel prEN 13476-1 ed a marchio PIIP/a e provati in conformità alle prescrizioni delle prEN 13476-1 stesse.

L'elemento geometrico determinante è il diametro interno che deve essere congruente con il diametro esterno della tubazione; sono indicati diametri e la tolleranza per i manicotti destinati sia ai tubi con normalizzazione sul diametro esterno che a quelli con normalizzazione sul diametro interno.

Il manicotto deve avere lunghezza tale da permettere l'inserimento di almeno 2 - 3 costole per parte, in modo da assicurare la coassialità delle tubazioni.

L'eventuale deviazione orizzontale o verticale, che negli altri tipi di tubazioni con giunti a bicchiere viene permessa dallo scostamento angolare nel giunto stesso, viene assicurata dalla possibile curvatura del corpo della tubazione, mentre il manicotto assicura il fissaggio assiale senza deformazioni anomale della guarnizione.

La guarnizione deve rispondere alle prescrizioni della normativa; deve essere alloggiata tra le prime due costole che seguono la testata del tubo, con il labbro rivolto nella direzione opposta a quello di infilaggio.

Oltre ad assicurare la tenuta dall'interno verso l'esterno, verificata a pressioni ben superiori a quelle minime di norma anche in condizioni di schiacciamento sotto carico, il labbro rivolto verso l'esterno assicura una resistenza ottimale alle infiltrazioni dovute all'acqua di falda, che sono particolarmente pericolose per la gestione degli impianti di trattamento.

La particolare forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del manicotto garantiscono che in fase di infilaggio la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite.

L'infilaggio del manicotto deve avvenire previa lubrificazione dell'interno del manicotto. L'infilaggio deve essere eseguito con leve o comunque con spinta costante o tiro assiale, accertandosi del corretto imbocco ed evitando di dare martellate che possono danneggiare guarnizione e manicotto.

La guarnizione, contrariamente a quanto avviene in altri tipi di collegamento, si trova in posizione protetta. Il materiale presenta comunque un'adeguata resistenza alla eventuale abrasione che si potrebbe verificare in conseguenza di fenomeni vorticosi per difettoso avvicinamento delle testate del tubo. Area gestionale costiera –

Per quanto concerne le caratteristiche superficiali dei tubi, le norme prescrivono che:

- all'esame visivo le superfici interne ed esterne devono essere lisce, pulite ed esenti da incisioni, soffiature ed altre irregolarità superficiali;
- il materiale non deve contenere visibili impurità o pori;
- le estremità dei tubi devono essere tagliate perpendicolarmente all'asse e senza sbavature.

Le caratteristiche geometriche devono rispondere alle dimensioni indicate nella norma prEN 13476-1 misurate secondo la EN 496.

#### *5.2.13 Collaudo idraulico in stabilimento*

Come specificato nel progetto di norma prEN 13476-1 il sistema tubazione-manicotto deve essere garantito per resistere ad una pressione di 0,5 bar e ad una pressione di -0,3 bar alla temperatura di 23 °C. Tali condizioni vengono garantite anche nel caso in cui si abbia una deflessione diametrale (pari al 10% del tubo e al 5% del manicotto) o una deflessione angolare del sistema (variabile, secondo il diametro, da 2° a 1°).

In ogni caso è necessario porre attenzione a non causare deformazioni iniziali rilevanti in fase di riempimento e compattazione. E' sempre opportuno eseguire un collaudo idraulico di tenuta sulla condotta installata.

Il collaudo idraulico può essere effettuato con la chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o con pompa da collaudo a 0,5 bar. Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati. Si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi con giunti a bicchiere.

La normativa europea prevede la possibilità di eseguire la prova ad acqua (metodo "W") o ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD). La pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo per i collaudi ad aria per i tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali è riportata nella tabella seguente.

	<i>po</i>	$\Delta p$	<i>Tempo di prova, min.</i>						
	<i>mbar</i>	<i>mbar</i>	<i>DN 100</i>	<i>DN 200</i>	<i>DN 300</i>	<i>DN 400</i>	<i>DN 600</i>	<i>DN 800</i>	<i>DN 1000</i>
LA	10	2,5	5	5	7	10	14	19	24
LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
LD	200	15	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7

Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del valore  $\Delta p$  indicato nella tabella la tubazione risulta conforme.

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo, consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rilevatore con diagramma.

La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento d'aria nella condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

#### 5.2.14 Collaudi in opera

Tutte le operazioni concernenti il collaudo in cantiere devono essere ordinate, controllate ed infine verbalizzate dal direttore dei lavori.

Dopo aver realizzato le giunzioni ed il parziale rinterro della tubazione si può procedere al collaudo. I tronchi sottoposti alla prova devono presentare le giunzioni scoperte per consentire i controlli di tenuta.

Tutte le fasi di collaudo devono svolgersi in accordo alla normativa vigente.

#### 5.2.15 Resistenza alla pressione interna

È uso comune considerare le fognature prevalentemente come tubi non in pressione; le stesse norme non si scostano da questo concetto, pur prevedendo il concetto di tenuta a pressione, sia pure limitata a 0,5 bar, sui giunti. In genere ciò è vero, in quanto i sistemi a gravità non permettono fisicamente il raggiungimento di valori di pressione superiori a 5-6 m di colonna d'acqua.

Alcuni tipi di tubi strutturati presentano una buona resistenza alla pressione interna, in particolare se si utilizza il collegamento con saldatura, pur non dovendo mai dimenticare che non è mai un tubo a pressione.

La resistenza alla pressione interna può essere verificata in corrispondenza dello spessore minimo.

Si utilizza la stessa formula usata per il calcolo della tensione di parete che si applica ai tubi in parete piena:

$$\sigma_c = [P \cdot (D_i + s)] / (2 \cdot s)$$

con

c : tensione effettiva in parete (per sola pressione interna), in Pa

P : pressione interna, in Pa

D<sub>i</sub> : diametro interno, in m

s : minimo spessore resistente, in m

Il valore minimo che si ottiene non porta in conto, però, l'effetto di irrigidimento delle costole.

#### 5.2.16 Rigidezza circonferenziale

Nelle pareti a configurazione geometrica semplice effettuato il calcolo dell'asse neutro e del momento d'inerzia di parete si può ricavare il diametro medio e quindi, conoscendo la E del materiale (che può essere ricavato da prove di trazione, ISO 527), la rigidezza.

Viceversa, il momento d'inerzia di parete ricavato da SN, conoscendo E, risulta approssimato in quanto non si viene a conoscere il diametro medio.

In presenza di tipi complessi di parete, e, in alcuni casi, di pareti formate con materiali non omogenei la normativa prevede la determinazione di SN attraverso prove pratiche, che sono indipendenti sia da valori geometrici non misurabili (Dm , l) che da quello del modulo di elasticità del o dei materiali che formano le pareti strutturate del tubo.

L'attrezzatura per la prova è in genere una pressa verticale, con monitoraggio della forza applicata e dello spostamento.

Il raggio di curvatura va successivamente verificato anche geometricamente per la possibile interferenza delle costole.

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema "terreno di riempimento, pareti della trincea" (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o di terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile soggetta a carico può essere ricondotto a quello di una struttura ad arco, in cui i carichi si scaricano sugli estremi.

#### 5.2.17 Scelta della rigidità del tubo

La scelta della rigidità del tubo deve essere fatta usando la tabella di seguito riportata, inoltre si deve tener conto dei calcoli nazionali (norma prEN 1295). Generalmente la scelta della rigidità del tubo dipende dal terreno nativo, dal materiale di ripiena nella zona del tubo e dalla sua compattazione, dalla profondità della copertura, dalle condizioni del carico e dalle proprietà limite dei tubi.

Gruppo materiale di ripiena	Classe di compattazione <sup>2</sup>	Rigidità del tubo <sup>1</sup>					
		Gruppo di suolo nativo non disturbato					
		1	2	3	4	5	6
		<b>Per spessore di ricopertura ≥ 1m e ≤ 3m</b>					
1	W	4	4	6,3	8	10	**
2	W	-	6,3	8	10	**	**
3	W	-	-	10	**	**	**
4	W	-	-	-	**	**	**
		<b>Per spessore di ricopertura &gt; 3m e ≤ 6m</b>					
1	W	2	2	2,5	4	5	6,3
2	W	-	4	4	5	8	8
3	W	-	-	6,3	8	10	**
4	W	-	-	-	**	**	**
1) Rigidità specifica iniziale (a breve termine) 2) W (buono) classe di compattazione massima **) in questo caso è necessario progettare la struttura							

#### 5.2.18 Deformazione a breve e lungo termine

La tubazione realizzata in Pead soggetta ad un carico costante si deformerà con una deformazione iniziale che può essere stimata usando la rigidità del tubo.

Essa viene determinata, come già detto, usando il metodo riportato nella EN ISO 9969 mediante la formula

$$SN = (0.0186 + 0.025 * y/Di) * (F / (L * y)) \quad \text{in Pa}$$

dove:

SN = rigidità circonferenziale, in Pa

F = forza necessaria per ottenere la deformazione voluta, in N

L = lunghezza del campione di tubo, in m

y = flessione del diametro del tubo, in m.

La rigidità circonferenziale può pure essere calcolata mediante la formula che lega il modulo elastico, E, del materiale con cui è fatto il tubo, il momento d'inerzia, I, ed il diametro medio del tubo, D.

I tubi plastici soggetti ad un carico costante si deformano ulteriormente nel tempo a causa della loro viscoelasticità. Questo fenomeno si chiama scorrimento plastico o deformazione viscosa. Comunemente si usa il vocabolo inglese "creep". Il rapporto tensione/deformazione viscosa viene detto "creep modulus". Questa denominazione crea confusione perché lo si confonde con il modulo elastico del materiale, cosa che non è vera. Il materiale dopo essersi deformato viscosamente se è sollecitato risponde in maniera uguale di quella che aveva prima che la deformazione viscosa abbia avuto luogo.

Tenendo conto che per i tubi strutturati non è facile calcolare il momento di inerzia anche con un modulo di elasticità che tenga conto della deformazione viscosa si è preferito determinare il comportamento a lungo termine in via sperimentale. A questo fine la rigidità circonferenziale a lungo termine si ottiene dividendo la rigidità circonferenziale ad un certo momento iniziale per il creep modulus estrapolato ad un certo tempo indicato dalla norma. Il valore di rapporto tra la deformazione finale e quello iniziale verrà usato come bontà del tubo. I tempi sono scelti notando che una volta installato il tubo si deforma immediatamente di una certa quantità per poi deformarsi lentamente per un certo tempo.

Questo tempo varia a seconda dalla condizione del suolo e delle modalità di posa ma non eccede mai i due anni. Per cui si è adottato come tempo d'extrapolazione due anni.

La deformazione iniziale è stata fissata pari all'uno e mezzo per cento del diametro interno. La forza necessaria a tale deformazione viene mantenuta fino alla fine della prova.

Per i dettagli vedere la norma EN ISO 9967.

#### *5.2.19 Installazione*

##### *Trasporto ed accettazione dei tubi*

Dato il peso limitato e la rilevante rigidità circonferenziale, le tubazioni possono essere appoggiate direttamente una sull'altra senza inconvenienti.

All'atto del ricevimento si devono eseguire i controlli sulla corrispondenza della fornitura, in relazione alle prescrizioni dei capitolati ed ai termini contrattuali.

L'accettazione dei tubi è regolata dalle prescrizioni dello specifico disciplinare di fornitura.

Tutti i tubi, giunti e pezzi speciali devono arrivare in cantiere dotati di marcature o etichette indicanti da ditta costruttrice, il diametro nominale e la classe di impiego.

##### *Scarico ed immagazzinamento in cantiere*

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre connesse devono essere eseguite con la maggiore cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Nel cantiere si deve predisporre quanto occorra (mezzi idonei e pini d'appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare

Lo scarico deve avvenire o direttamente con l'intero bancale o separatamente, per i piccoli diametri anche a mano.

Occorre porre attenzione ad evitare l'uso di ganci alle estremità.

È consigliabile sempre l'uso di fasce in materiale non abrasivo o di funi in canapa.

Il primo strato di tubazioni, poggiante sul terreno si deve sistemare su uno strato uniforme in maniera di evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni longitudinali.

##### *Accatastamento dei tubi*

L'accatastamento deve essere eseguito disponendo i tubi su un'area piana, stabile, protetta e riparata al fine di evitare pericoli d'incendio e dai raggi solari per evitare sensibili variazioni termiche. La base delle cataste deve poggiare su tavole opportunamente distanziate o su letto d'appoggio. L'altezza deve essere contenuta entro i limiti adeguati ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni alla base e per consentire un agevole prelievo. I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti. In

ogni caso, provvedimenti di protezione devono essere adottati per evitare che le testate dei tubi subiscano danneggiamenti. Il primo strato di tubazioni che poggia sul terreno, deve essere sistemato su uno strato uniforme in modo d'evitare possibili danni alla superficie esterna del tubo e flessioni. I giunti, le guarnizioni, ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere posti, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi. Essi devono stare entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi. Nel caso che i tubi dovessero essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, si deve evitare qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario assicurarsi che gli stessi siano in equilibrio stabile.

### *Scavi*

La normativa europea (soprattutto tedesca) impone precise prescrizioni per la configurazione degli scavi per l'alloggiamento di fognature

E' preferibile una trincea stretta massimo 2-3 volte il diametro, almeno fino ad 1 m sopra la generatrice superiore del tubo.

Le pareti devono essere le più possibili verticali, almeno in tale zona, ed eventualmente stabilizzate con sbadacchiature o palancole, per la protezione del personale che lavora nello scavo.

Nel caso di terrapieno o trincea larga, sarebbe opportuno predisporre una zona di contrasto al materiale di copertura in modo da riportarsi verso la situazione di trincea stretta.

Le palancole devono essere spostate subito dopo il rinterro parziale e prima delle operazioni di costipamento.

### *Letto di posa*

Prima di procedere alla messa in opera bisogna controllare accuratamente tubazioni, giunti e pezzi speciali e sostituire quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera.

In primo luogo si verificherà che il letto sia spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilievo o su appoggi, si devono adottare le stesse modalità usate per le operazioni precedenti, tenendo presente di non danneggiare le superfici dei tubi, impiegando mezzi adatti secondo il diametro. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che, all'interno delle condotte, penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, è necessario accertare la possibile esistenza di materiali capaci di danneggiare il tubo durante la posa. In nessun caso è consentito regolare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa deve garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali l'impiego di giunti adeguati o trattamenti speciali del fondo della trincea.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati o meglio sostituiti secondo la gravità del danneggiamento.

Ogni qualvolta si posa e si collega una barra da 6 o 12 m, deve essere verificata la pendenza e l'allineamento.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

La giunzione deve garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto dal progetto e deve essere realizzata conforme alle norme di esecuzione.

A garanzia della perfetta realizzazione delle giunzioni, dovranno essere predisposti dei controlli sistematici.

Nel caso che il fondo scavo si presenti con materiale soffice e senza detriti duri o sassi, la tubazione può essere installata direttamente sul fondo scavo, purché la livelletta sia corretta.

E' opportuno realizzare un letto di sabbia o ghiaia di piccola pezzatura, mai materiale che presenta spigoli vivi, con uno spessore di almeno 10 cm evitando così che la sommità della costola vada poggiare sul terreno di scavo.

### *Installazione*

La tubazione può essere saldata fuori scavo o entro scavo, o collegata con manicotti direttamente sul fondo scavo.

Nel caso di collegamento con manicotti, potrebbero teoricamente presentarsi fenomeni di sfilamento. Occorre avere in questo caso l'avvertenza di bloccare con un riempimento parziale il tubo ogni 30/40 m e, previo controllo degli eventuali movimenti, completare il riempimento dello scavo nelle ore più fresche della giornata.

È comunque da tenere presente che, una volta effettuato correttamente il riempimento, non sono prevedibili spostamenti in senso longitudinale in quanto il terreno compattato attorno alle costole "frena" qualsiasi effetto della dilatazione.

#### *Posa in presenza d'acqua di falda*

Per appesantire la tubazione si possono utilizzare blocchi di ancoraggio esterni o in alternativa forare le costole della tubazione in modo da permettere il riempimento delle stesse con acqua.

La foratura sulla costola, nei limiti di qualche percento della superficie della costola stessa, non causa alcuna diminuzione pratica della rigidità e permette di ridurre la spinta a valori al di sotto dei 2,3 kg/m, rendendo quindi facile un appesantimento, anche temporaneo, con sacchetti di sabbia o materiale vario e quindi l'affondamento, a tubo pieno d'acqua, sul fondo scavo.

Quanto sopra permette di evitare, nelle fasi del riempimento dello scavo, deformazioni verticali del tubo dovute alla spinta.

La posa in acqua, con gli accorgimenti citati, è tecnicamente corretta, purché ci si assicuri della condizione del fondo scavo (livelletta e materiale). È prudente prevedere un buon letto di posa.

#### *Riempimento dello scavo*

Il riempimento dello scavo costituisce la parte più delicata ed importante del lavoro di installazione di tutti i tubi da fognatura. Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi che sui tubi flessibili, così come senza i necessari accorgimenti si possono avere anche delle rotture. Indipendentemente dal tipo di tubo, il riempimento dello scavo va eseguito con una corretta compattazione a strati successivi, seguendo la prEN 1295.

I concetti che portano ad una corretta e duratura installazione sono:

scelta del corretto materiale di riempimento. Il materiale deve essere arido, a bassa granulometria, privo di materiale a spigoli vivi, sassi o detriti almeno nella parte a contatto col tubo e fino ad almeno 30 cm al di sopra di esso; La parte rimanente della ripiena, fino a quota strada, potrà essere effettuata con: sabbia, materiale di scavo compattato con particelle fino a 30 mm di grandezza e misto arido di cava stabilizzato con 1 q.le di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> di misto. In ogni caso il materiale di ripiena utilizzato per la zona secondaria non dovrà mai avere una differenza superiore a due gradi rispetto a quello utilizzato per il rinfiacco nella zona primaria. Nei tratti in cui la tubazione dovesse essere posizionata ad una profondità inferiore a 600 mm rispetto all'estradosso del tubo medesimo, occorrerà prevedere un rinfiacco con conglomerato cementizio non armato, confezionato con cemento tipo 325 Pt in quantità non inferiore a 200 Kg/m<sup>3</sup>, per uno spessore variabile a seconda del diametro del tubo e della larghezza della trincea.

Compattazione accurata. La compattazione deve essere eseguita in strati successivi di circa 30 cm di spessore, con attrezzatura idonee fino ad almeno un metro di copertura sul estradosso superiore; Secondo le prescrizioni della norma pr EN 1046 e con riferimento alle DIN 18127, si considera per il rinfiacco il raggiungimento di un grado di compattazione superiore al 90-92% Proctor. Il primo strato di rinfiacco deve superare il semidiametro del tubo per evitare sollevamenti dello stesso, altrimenti occorre prevedere un bloccaggio temporaneo durante la compattazione dello stesso. Secondo gli standard tedeschi dopo la copertura con materiale buono per almeno 1 metro sul estradosso si può usare per il completamento del riempimento lo stesso materiale proveniente dallo scavo;

Compattazione regolare. Si deve evitare di compattare in maniera discontinua, per evitare disassamenti, e quindi sforzi, sui giunti o curvature anomale nel corpo tubo;

Mezzi per la compattazione. Fino ad 1 metro sopra il tubo la compattazione deve essere eseguita con mezzi leggeri, al di sopra con mezzi normali. Attenzione a non esagerare eseguendo la compattazione con mezzi tipo stradale senza calcolare l'effetto del carico dinamico sul tubo sottostante.

Per la scelta del materiale sia per il letto di posa che per il riempimento è necessario che esso abbia un fattore di compattamento e un valore di E' corretti.

Una semplice prova per valutare il grado di compattamento che può essere raggiunto dal materiale disponibile, utilizzando quindi un valore attendibile di E', può essere eseguita nel seguente modo:  
si pone un cilindro aperto di diametro 160 mm e lungo 250 mm su una superficie piana;  
si prende il materiale di scavo in maniera rappresentativa e lo si versa nel cilindro fino al livello superiore;  
si rimuove la parte eccedente con un righello e si svuota il cilindro in un contenitore;  
un quarto del materiale viene messo nuovamente nel cilindro e compattato con un calcaio di diametro 40 mm e di peso di 1 kg;  
si ripete la fase precedente per altre tre volte.  
Si misura l'altezza H tra il materiale e la parte superiore del cilindro e il loro rapporto è il fattore di compattamento del materiale.

#### *5.2.20 Accettazione delle tubazioni*

Il Committente si riserva il diritto di assistere alle operazioni di collaudo in fabbrica con suo personale e di sottoporre a campione i tubi oggetto delle forniture a verifica, secondo le norme vigenti, presso un laboratorio terzo.

Qualora il Committente non invii in tempo utile il proprio collaudatore a presenziare alle operazioni di controllo e prova, la Ditta produttrice potrà procedere anche in sua assenza. In tal caso dovrà rilasciare regolare certificato di collaudo da cui risulti l'esito dei controlli e delle prove effettuate, dichiarando che esse sono state eseguite in conformità delle presenti prescrizioni, nonché certificazione da cui risulti la descrizione del processo di fabbricazione dei tubi e di applicazione dei rivestimenti, la descrizione delle caratteristiche tecniche e dimensionali.

#### *5.2.21 Voce di capitolato*

Fornitura e posa in opera di tubazione strutturata in polietilene ad alta densità, coestrusa a doppia parete, con costolatura anulare tipo B, liscia internamente di colore chiaro e corrugata esternamente di colore nero, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotta in conformità al prEN 13476 tipo B, certificato dai seguenti marchi in alternativa:

- marchio tedesco U (rilasciato dall'Istituto Federale di Tecnica Edile);
- marchio francese CSTBat (rilasciato dal Centre Scientifique et Technique du Batiment);
- marchio italiano IIP/a (rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici);
- tubazione controllata secondo gli standard ISO 9002, con classe di rigidità pari a SN 4, in barre da 6 o 12 m, con giunzione mediante manicotto ad innesto in PEAD a marchio IIP/a e doppia guarnizione a labbro in EPDM.
- Diametro nominale esterno DE.....interno minimo Di.....(□ al minimo definito da prEN 13476)
- Rigidità circonferenziale SN conforme alla norma EN ISO 9969
- Resistenza all'urto a bassa temperatura con una massa variabile in funzione del diametro del tubo da testare da 1 kg a 3,2 kg per tubi □ DN 315 mm.
- Tenuta idraulica del sistema di giunzione collaudata a 0,5 bar in pressione secondo norma EN 1277.
- Marcatura secondo norma, su tubo e manicotto contenente: riferimento normativo, produttore o marchio, diametro nominale (DN), materiale, giorno/mese/anno di produzione, marchio di qualità, classe di rigidità.

Il tutto esclusi gli oneri per i pezzi speciali, per le armature della pareti, per l'aggottamento di eventuale presenza di acqua, per gli scavi, il riporto, il rinfianco, la formazione del letto di posa e la compattazione, compreso gli oneri dei tagli, degli sfridi, della sicurezza, le spese generali l'utile di impresa, e quanto altro occorra per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

### **5.3 PRODOTTI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' PER TRASPORTO ACQUA - PEAD**

#### *5.3.1 Scopo e campo di applicazione*

La presente specifica ha lo scopo di stabilire i requisiti vincolanti di fornitura e collaudo di tubi in polietilene alta densità PE100 sigma 80, atossici e idonei all'adduzione di acqua potabile o da potabilizzare, i cui requisiti base sono conformi alla norma UNI EN 12201. In aggiunta ai requisiti base devono essere garantite e documentate le elevate prestazioni, corrispondenti alle caratteristiche descritte nel presente disciplinare, a

garanzia di affidabilità e sicurezza della condotta, correttamente posata, per tutta la durata della vita utile della condotta; i tubi sono destinati al trasporto di acqua potabile in pressione, rispondenti al DLgs 06/04/2004 n.ro 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano", al DM 21/03/73 per i liquidi alimentari, e con caratteristiche organolettiche rispondenti al DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificate secondo UNI EN 1622.

#### **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

UNI EN 12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione di acqua – Polietilene (PE).

#### **5.3.2 Requisiti prescritti**

##### **MATERIA PRIMA**

Polietilene Alta Densità PE100 sigma80, ottenuto con polimerizzazione dell'etilene gassoso, da primari produttori di resina; il polimero (PE) deve essere stabilizzato ed addizionato dal produttore della materia prima con opportuni additivi uniformemente dispersi nella massa fornita in forma di granulo.

Gli additivi utilizzati (antiossidanti, stabilizzanti, lubrificanti, nero di carbone) sono dosati ed aggiunti alla resina base dal produttore di materia prima nella fase di realizzazione del compound (resina finita) e sono destinati a migliorare le prestazioni nelle fasi di trafilatura e iniezione, e a conferire la necessaria resistenza agli agenti atmosferici ed all'invecchiamento del prodotto finito.

Il compound, all'atto dell'immissione in tramoggia di estrusione, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 350 ppm, produttori di tubi che utilizzino sugli impianti di estrusione tramogge preriscaldate a garanzia dell'abbattimento della eventuale umidità residua, saranno preferiti a produttori i cui impianti ne siano sprovvisti.

Il compound utilizzato per la riga coestrusa (la riga blu che identifica sul tubo l'utilizzo per adduzione di acqua), deve essere omologo, o almeno compatibile per MRS (differenza ammessa inferiore a 0,5) e Melt Index (differenza ammessa inferiore a 0,1) al compound nero utilizzato per l'estrusione del tubo.

Non è ammesso l'impiego anche se parziale e/o temporaneo di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;
- compound e/o materiale base ottenuto per masterizzazione di materia prima neutra (polietilene neutro addizionato dal produttore di tubo con additivi);
- lotti di compound provenienti da uno o più primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, quali ad esempio Melt Index, massa volumica, umidità residua, non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrusione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da produttori diversi o da materie prime diverse anche dello stesso produttore.

#### **CARATTERISTICHE DELLA MATERIA PRIMA (POLIETILENE PE100 PER L'ESTRUSIONE DEI TUBI)**

Le caratteristiche del compound per tubi, devono essere tali da soddisfare quanto previsto dalla UNI EN 12201-1 e dal presente disciplinare; il produttore di tubi deve documentare, con certificazioni di Laboratori accreditati (preferibilmente europei) del fornitore di compound, la rispondenza ai valori della tabella seguente:

MRS (Minimum Required Strenght) (ISO/TR 9080)	≥ 10 MPa
RCP (Rapid Crack Propagation) Diam 250 mm, SDR 11, 0°C (ISO 13477)	Press min arresto 10,0 bar
S.C.G. (Slow Crack Growth – Notch Test) T=80°C t=165h SDR11 Press = 9,2 bar (EN ISO 13479)	≥ 500 h

Contenuto di Carbon Black (C.B.) (ISO 6964)	Compreso tra 2 e 2,5 % in peso
Dispersione C.B. (ISO 18553)	≤ 3
O.I.T. (T=200°C) (UNI EN 728)	≥ 50 min (il valore minimo di norma è 20 min)
Melt Index (5 kg T=190°C t=10min.) (ISO 1133)	compreso tra 0.2 e 0.5 g/10min
80 Caratteristiche organolettiche e sanitarie	1) odore e sapore verificati secondo UNI EN 1622 e conformi ai parametri indicati nel DLgs n.ro 31 del 2/2/01 2) conformità al DLggs n.ro 174 del 6/4/04

### 5.3.3 Tubi

Il Polietilene Alta Densità PE100 sigma 80 utilizzato per la produzione dei tubi deve essere conforme ai requisiti del punto precedente e tale da garantire ogni requisito contenuto nel presente disciplinare.

Il colore dei tubi deve essere NERO con bande coestruse BLU (per l'identificazione dell'uso per adduzione di acqua); il nero di carbone (carbon black) presente nella resina, protegge dalla foto ossidazione i tubi in considerazione dell' eventuale loro stoccaggio all'aperto.

L'aspetto delle superfici interna ed esterna del tubo deve essere liscio, pulito, ed non presentare cavità di nessuna natura, impurità o porosità o qualsiasi altra irregolarità superficiale.

I tubi sia in rotoli che in barre devono essere forniti confezionati con idonei tappi colorati alle estremità al fine di mantenere la superficie interna pulita (in considerazione dell'utilizzo dei tubi per adduzione di acqua potabile) e garantire l'inalterabilità delle caratteristiche sanitarie e organolettiche più avanti descritte in questo disciplinare,

I tubi in barre devono essere forniti confezionati in fasci, opportunamente legati con reggetta in poliestere, di forma geometrica tale da risultare compatta; la forma esagonale (a nido d'ape) è preferita in quanto autoportante, e quindi ottimale per la protezione del singolo tubo durante le operazioni di movimentazione.

### CARATTERISTICHE MECCANICO – FISICHE

Le caratteristiche dei tubi devono essere conformi ai requisiti di UNI EN12201-2, e avere valori superiori ai minimi previsti secondo la tabella sotto riportata, al fine di garantire l'adeguato livello di affidabilità e sicurezza della condotta correttamente posata:

Caratteristiche	Requisiti	Metodi di prova
<b>Valori minimi di norma</b>		
<b>Resistenza alla pressione intera</b>	<b>Nessun cedimento durante la prova</b>	<b>UNI EN 921</b>
20 °C / 100h / $\sigma = 12.4$ Mpa	20 °C / 100h / $\sigma = 12.4$ Mpa	
80 °C / 165h / $\sigma = 5.4$ Mpa	80 °C / 165h / $\sigma = 5.4$ Mpa	
80 °C / 1000h / $\sigma = 5.0$ Mpa	80 °C / 1000h / $\sigma = 5.0$ Mpa	
<b>Allungamento a rottura</b>	<b>≥ 500 %</b>	<b>ISO 6259</b>
≥ 350 %		

<b>Indice di fluidità MFR</b> variazione inferiore al 20%	<b>Variazione dell'MFR dopo la lavorazione inferiore al 10%</b> (differenza ammessa tra il valore misurato sul tubo e il valore misurato sul granulo di origine)	<b>ISO 1133</b>
<b>Tempo di induzione all'ossidazione OIT</b> ≥ 20 min a 200°	<b>Temperatura di prova: 200 °C</b> ≥ 50 min	<b>UNI EN 728</b>

**Caratteristiche correlate alla resistenza agli effetti della posa (graffi e intagli superficiali)**

<b>Caratteristiche</b> valori minimi di norma	<b>Requisiti</b>	<b>Standard di prova</b>
<b>Resistenza alla crescita lenta della frattura SGC – notch test</b> (per $\varnothing \leq 250$ mm) 80 °C / 165h / $\sigma = 4,6$ MPa	<b>Nessun cedimento durante la prova:</b> 80 °C / 500h / $\sigma = 4,6$ MPa	<b>ISO 13479</b>
<b>Resistenza alla crescita lenta della frattura – metodo del cono</b> (per spessori $\leq 5$ mm)	<b>La velocità di crescita dell'intaglio non deve essere superiore a 10 mm/giorno</b>	<b>ISO 13480</b>

**COLLAUDI NON DISTRUTTIVI**

Oltre alle prove previste (di tipo distruttivo che hanno valenza statistica) dalla norma di riferimento (UNI EN12201-2), devono essere eseguite, sulla intera produzione o su una percentuale della produzione ( \_\_ %, indicata a discrezione del committente) oggetto della fornitura, specifiche prove di tenuta idraulica (non distruttive) ad una pressione idrostatica inferiore o uguale alla Pressione Nominale. Suddette prove di breve durata, hanno lo scopo di verificare l'assenza di difetti di tipo macroscopico e di documentare la corretta uniformità dimensionale dei tubi.

Procedura di collaudo di tenuta idraulica per tubi  $\leq \Phi 315$

La tenuta idraulica dei tubi deve essere verificata secondo il metodo descritto nella norma UNI 11149. In sede contrattuale il committente e il fornitore definiscono la frequenza minima di campionamento. Il fornitore deve fornire un report che evidenzi il ciclo di collaudo (come indicato in fig. 1) comprovante:

- 1) la dilatazione viscoelastica del materiale (curva verde)
- 2) tenuta del sistema dopo parziale svuotamento (curva blu)

Salvo diverse indicazioni la pressione massima di prova è pari alla PN del tubo collaudato.

**MARCATURA MINIMA**

La marcatura minima su ogni metro di tubo deve essere indelebile e riportare almeno i seguenti dati:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- numero della norma di sistema (UNI EN 12201);
- Marchio di Qualità del prodotto;
- Codice identificativo del PE utilizzato;
- diametro esterno nominale del tubo X spessore nominale;
- SDR;

- pressione nominale (PN);
- giorno, mese, anno e turno di produzione;
- numero della linea di estrusione;
- numero lotto di produzione;
- numero turno di produzione;
- polietilene 100% vergine

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al produttore.

#### **CARATTERISTICHE GEOMETRICHE - DIMENSIONI DEI TUBI**

##### Diametri, spessori e tolleranze

I tubi devono avere, i diametri e gli spessori con le relative tolleranze, rispondenti ai valori riportati nella UNI EN 12201 nelle parti:

- Premessa Nazionale pag. 1
- Cap 6 Caratteristiche Geometriche (pag. 4), prospetti 1 e 2.

##### Lunghezze

I tubi sono forniti per i De richiesti in barre di lunghezza totale 6 m e/o 12 m, e, dove previsto, in rotoli di lunghezza dipendente dal De e dichiarata dal produttore.

##### Dimensioni dei rotoli

Il diametro interno minimo del rotolo non deve essere inferiore a 18 volte il De del tubo che deve essere arrotolato in modo che non si producano deformazioni localizzate.

#### **5.3.4 Controlli e responsabilità**

Il produttore di tubi deve essere iscritto e deve essere in regola con i contributi al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48) previsti.

Il committente si riserva il diritto di presenziare con propri incaricati alle prove ed agli esami per l'accertamento dei requisiti richiesti ed esplicitati nella presente specifica.

Il produttore di tubi s'impegna perciò a favorire il libero accesso degli incaricati del committente ai propri impianti di fabbricazione, in ogni momento delle diverse fasi produttive e ai laboratori in ogni momento delle fasi di controllo e collaudo, comunicando con ragionevole anticipo la data di inizio della fabbricazione dei tubi oggetto della fornitura, concedendo altresì agli incaricati piena libertà di azione, compatibilmente con le esigenze di produzione, per i controlli del caso.

Il committente si riserva il diritto di verificare mediante prelievo di campioni di tubo e/o di materia prima, la rispondenza a quanto dichiarato dal produttore di tubi con particolare riguardo ai requisiti della presente specifica e alle caratteristiche sanitarie (conformità alle regolamentazioni vigenti e verifica delle caratteristiche organolettiche secondo UNI EN 1622).

La presenza degli incaricati in occasione delle prove o degli esami di cui ai punti precedenti, non può considerarsi in ogni caso sostitutiva dei controlli del produttore, rimanendo quest'ultimo il solo responsabile della qualità dei tubi che produce.

Il produttore alla sottoscrizione del contratto, si assumerà ogni e qualsiasi onere conseguente le consegne di tubo non conforme ai requisiti previsti dalla presente specifica.

#### **5.3.5 Documenti e certificazioni di qualità**

Il fornitore in fase di offerta dovrà allegare:

- a) Valida certificazione relativa all'iscrizione e al versamento da parte del produttore del contributo al consorzio obbligatorio POLIECO (legge Ronchi DLgs 22/97 art. 48).
- b) Certificati di conformità del produttore di tubi alle norme UNI EN ISO 9002 del Sistema Qualità Aziendale, rilasciati secondo UNI CEI EN 45012 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert.
- c) Certificati di conformità del prodotto rilasciati secondo UNI CEI EN 45011 da enti terzi o società riconosciuti e accreditati Sincert, sulla intera gamma fornita, alla norma di riferimento, e ai requisiti organolettici stabiliti dal DLgs 02/02/2001 n.ro 31, verificati secondo UNI EN 1622,

d) I tubi forniti devono essere accompagnati da documentazione del produttore (report di laboratorio) che evidenzino la rispondenza di ciascun lotto di tubi prodotto oggetto della fornitura ai requisiti della presente specifica, in particolare devono essere prodotte registrazioni di laboratorio dei test come da punto 3.2.1.:

1. OIT > 50 min, 200°C (report curva calorimetrica);
2. Caratteristiche in trazione (report curva di trazione);
3. Resistenza alla pressione interna 500h  $\sigma=5,4$  MPa 80°C.
4. Resistenza alla crescita lenta della frattura SGC – notch test (per  $\Phi \leq 250$  mm)
5. Resistenza alla crescita lenta della frattura – test del cono (per spessori  $\leq 5$  mm)

e) Registrazione (report) delle curve delle prove di tenuta idraulica, come da punto 3.2.2. della presente specifica, eseguite su una parte (% , concordata in sede di contratto) o sull'intera produzione consegnata a seconda di quanto stabilito in sede contrattuale,

#### **5.3.6 Assistenza post vendita**

Se concordato in sede d'ordine il fornitore deve garantire:

- l'assistenza da parte di un tecnico qualificato in occasione dell'inizio lavori di cantiere per la verifica delle corrette modalità di posa;
- l'assistenza da parte di personale competente in merito alle procedure di collaudo in cantiere secondo DM 12.12.85 di condotte interrate per fluidi in pressione conformemente al metodo previsto in UNI 11149.

#### **5.3.7 Movimentazione e trasporto**

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri. L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

## **5.4 PRODOTTI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' PER TRASPORTO GAS PEAD**

### **5.4.1 Scopo e campo di applicazione**

La presente specifica ha lo scopo di disciplinare le modalità di fornitura dei tubi di polietilene con designazione PE 100 MRS 10,0 MPa per la costruzione di condotte interrate atte a convogliare gas naturale. I tubi consegnati dovranno comunque possedere tutti i requisiti tecnici e le garanzie costruttive idonee a renderli conformi alle prescrizioni contenute conformi alle prescrizioni contenute:

- nelle parti applicabili del D.M. 24/11/1984 e successive modificazioni;
- nel D.M. 16/04/2008;
- nel D.M. 17/04/2008.

### **NORME DI RIFERIMENTO**

UNI EN 1555-1; UNI EN 1555-2.

### **5.4.2 Prescrizioni**

#### **MATERIA PRIMA**

La composizione (compound) deve essere prodotta, stabilizzata ed addizionata dal produttore della resina.

La composizione deve essere saldabile e deve avere una resistenza minima richiesta (MRS)  $\geq 10,0$  MPa a 50 anni, valutata secondo la UNI EN ISO 9080.

Gli eventuali additivi devono essere dispersi in modo uniforme nella massa granulare.

Il colore della composizione deve essere nero (giallo per le strisce identificative di cui al punto 5).

Le caratteristiche della composizione in forma di granuli e in forma di tubo devono essere conformi a quanto indicato nella UNI EN 1555-1 prospetti 1 e 2.

### **TUBI**

I tubi devono essere costruiti esclusivamente con materia prima vergine conforme alla UNI EN 1555-1, alla UNI EN 1555-2 nonché a quanto indicato al punto precedente.

I tubi derivano da un processo di estrusione senza interruzione.

Non è ammesso l'impiego di:

- compound e/o materiale di recupero;
- compound e/o materiale rilavorabile di origine esterna;
- compound e/o materiale di base neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o da parte di aziende diverse dal produttore della materia prima indicata in marcatura;
- compound provenienti da produttori certificati ma caratterizzati da parametri anche singoli non conformi allo standard del prodotto;
- miscelazione tra compound compatibili ma di produttori diversi o tra materie prime diverse dello stesso produttore.

#### CARATTERISTICHE GENERALI

Caratteristiche	Requisiti	Metodi di prova
Aspetto	<p>-Le superfici interne ed esterne dei tubi devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità, impurità, porosità ed altri difetti superficiali che possano impedire la conformità del tubo alla norma di riferimento ed alla presente specifica.</p> <p>-Le estremità dei tubi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse del tubo.</p>	Esame visivo senza ingrandimento
Colore	-Nero, con strisce identificative gialle di cui al punto 5.	

**CARATTERISTICHE MECCANICHE**

Le caratteristiche meccaniche devono essere conformi a quanto indicato al punto 7 della norma UNI EN 1555-2 ed alla seguente tabella piu' restrittiva:

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
		Parametri	Valore	
Resistenza alla pressione idrostatica a 20 °C	Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167
		Numero provini	3	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Temperatura di prova	20 °C	
		Periodo di prova	≥100 h	
		Sforzo circonferenziale	12,4 MPa	
Resistenza alla pressione idrostatica a 80 °C	Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167
		Numero provini	3	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Temperatura di prova	80 °C	
		Periodo di prova	≥165 h	
		Sforzo circonferenziale	5,4 MPa	
Resistenza alla pressione idrostatica a 80 °C	Nessun cedimento durante le prove di tutti i provini	Tappi di estremità	Tipo a)	UNI EN ISO 1167
		Numero provini	3	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Temperatura di prova	80 °C	
		Periodo di prova	≥1000 h	
		Sforzo circonferenziale	5 MPa	
Resistenza alla propagazione lenta della frattura per spessore di parete $e \leq 5$ mm (prova con il cono)	$v \leq 10$ mm/giorno	Numero dei provini	Deve essere conforme alla ISO 13480	ISO 13480
Resistenza alla propagazione lenta della frattura per spessore di parete $e > 5$ mm (prova con intaglio)	Senza rottura durante il periodo di prova	Temperatura di prova	80 °C	EN ISO 13479
		Prova interna di pressione PE100 SDR11	9,2 bar	
		Numero provini	Conforme alla EN ISO 13479	
		Tipo di prova	Acqua in acqua	
		Periodo di prova	≥412 h (165x2,5)	

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova		Metodo di prova
Ritiro longitudinale	≤ 3%	Temperatura di prova	110 °C	UNI EN ISO 2505
		Lunghezza del provino	200 mm	
		Tempo di immersione	1 h	
		Metodo di prova	Libero	
		Numero dei provini	Conforme alla UNI EN ISO 2505	
Indice di fluidità in massa (MFR)	Variazione dell'indice di fluidità nella lavorazione ±10%	Carico	5 kg	UNI EN ISO 1133
		Temperatura di prova	190 °C	
		Tempo	10 min	
		Numero dei provini	Conforme alla UNI EN ISO 1133	
Tempo di induzione all'ossidazione a 210°C	≥ 25 minuti.	Temperatura di prova	210 °C	UNI EN 728
		Numero dei provini	3	

**5.4.3 Dimensioni**

**DIAMETRI, SPESSORI E TOLLERANZE**

I tubi dovranno avere, i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nelle TABELLE 1 e 2.

**LUNGHEZZA**

(In funzione del diametro esterno nominale dn)

I tubi, secondo quanto indicato nell'ordine saranno forniti:

- per dn ≤ 63 in rotoli da 100 m o in barre lunghe 6 m;
- per dn ≥ 90 in barre lunghe 6/8/12 m;

Il diametro interno minimo del rotolo non deve essere minore di 24 volte dn.

**MARCATURA E CONTRASSEGNI DEI TUBI**

Ciascun tubo deve riportare su almeno una generatrice e con frequenza non minore di 1 marcatura al metro le seguenti indicazioni indelebili:

- il nome o il marchio del fabbricante;
- l'indicazione del materiale (PE 100);

- l'indicazione, in opportuno codice, dello specifico tipo di compound impiegato;
- le dimensioni (diametro esterno nominale e spessore oppure il diametro esterno nominale ed il rapporto dimensionale normalizzato (SDR));
- il grado di tolleranza grado B (solo per  $dn \geq 280$ );
- la data di fabbricazione;
- la dicitura "GAS";
- il riferimento alla norma EN 1555;
- il marchio di conformità alla Norma di riferimento rilasciato dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici) o altro organismo di certificazione accreditato secondo UNI CEI EN 45011.

I tubi, sulla superficie esterna, per l'intera lunghezza e su almeno due generatrici poste tra loro a  $180^\circ$ , devono recare strisce coestruse di colore giallo ciascuna larga almeno mm 2.

La composizione usata per le strisce identificative deve essere prodotta con polimero PE di base identico a quello usato per la composizione per tubi con gli additivi necessari per soddisfare le prestazioni del tubo.

#### *5.4.4 Movimentazione e spedizione dei tubi*

Per la movimentazione ed il trasporto dei tubi dovranno essere messi in atto tutti quei procedimenti idonei a far sì che questi giungano alla consegna perfettamente integri.

L'eventuale deterioramento dei tubi, constatato all'atto della consegna, implica la contestazione del materiale difettoso. I pezzi contestati resteranno a disposizione del fornitore, le riparazioni ed i controlli saranno a suo carico.

Ogni tubo deve pervenire con le estremità protette dagli appositi tappi atti ad impedire l'ingresso di polveri o di corpi estranei.

**TABELLA 1**

**TUBO PE 100 MRS 10 MPa SDR 11\* PER GAS**

Codice Unificato Gruppo Hera	Diametro Esterno Nominale $d_n$ (mm)	Diametro Esterno Medio (mm)		Spessore di parete SDR 11* (mm)	
		Minimo	Massimo (grado B)	Minimo	Tolleranza
226411001 rotolo 100 metri 226411025 barra 6 metri	32	32,0	32,3	3,0	+0,4
226411002 rotolo 100 metri 226411027 barra 6 metri	50	50,0	50,4	4,6	+0,6
226411003 rotolo 100 metri 226411028 barra 6 metri	63	63,0	63,4	5,8	+0,7
226411004 barra 6 metri 226411011 barra 8 metri 226411018 barra 12 metri	90	90,0	90,6	8,2	+1,0
226411005 barra 6 metri 226411012 barra 8 metri 226411019 barra 12 metri	110	110,0	110,7	10,0	+1,1
226411006 barra 6 metri 226411013 barra 8 metri 226411020 barra 12 metri	160	160,0	161,0	14,6	+1,6
226411007 barra 6 metri 226411014 barra 8 metri 226411021 barra 12 metri	200(**)	200,0	201,2	18,2	+2,0
226411008 barra 6 metri 226411015 barra 8 metri 226411022 barra 12 metri	225(**)	225,0	226,4	20,5	+2,2
226411009 barra 6 metri 226411016 barra 8 metri 226411023 barra 12 metri	315	315,0	316,9	28,6	+3,0
226411010 barra 6 metri 226411017 barra 8 metri 226411024 barra 12 metri	400	400,0	402,4	36,4	+3,8

**NORMA DI RIFERIMENTO:** - UNI EN 1555-2.  
**TIPO POLIETILENE:** - PE 100 MRS 10.

(\*\*): Flangiatura DN 200

\* il DM 24/11/1984 ne limita l'utilizzo alle condotte con pressioni non superiori a 5 bar (4° specie)



## **6 ACCESSORI PER CAMERETTE E POZZETTI STRADALI**

### **6.1 POZZETTI DI ISPEZIONE**

I pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati:

- a) gettati in opera;
- b) prefabbricati in cls armato;
- c) con parti prefabbricate e parti gettate in opera

Dovranno essere posizionati alle quote e nei punti previsti dal progetto, su sottofondo di posa in sabbia di spessore min. 10 cm, dovranno essere collegati a perfetta tenuta idraulica alle tubazioni di afflusso e deflusso e completati con sigillature e tamponamenti, se richiesto dovranno essere completi di sifone. La quota di posa dovrà permettere la successiva posa del chiusino o delle caditoie in ghisa o altro materiale indicato dalla D.L. o in progetto al fine che lo stesso risulti perfettamente in quota con la pavimentazione circostante e, in caso di caditoia, posato alle quote idonee alle raccolte delle acque meteoriche.

Le seguenti prescrizioni si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unito a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione.

In presenza di apposite disposizioni di legge o di Regolamento in materia (ad esempio D.M.LL.PP. del 3.12.1987 - Circolare 16.3.1989, n. 31104), le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

Non vengono dettate prescrizioni costruttive particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua - cemento, alle modalità d'impasto e di getto.

Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità richieste. All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo.

I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

#### **CARATTERISTICHE GENERALI DI QUALITÀ**

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica non inferiore a:

- 200 Kg/cm<sup>2</sup> per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;
- 400 Kg/c m<sup>2</sup> per i manufatti sollecitati da carichi stradali.

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua nel senso e nei limiti sotto precisati.

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

#### **RESISTENZA MECCANICA**

La prova di resistenza alla compressione dovrà essere eseguita secondo le disposizioni delle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato", su provini formati contemporaneamente alla fabbricazione dei pezzi di serie.

In casi particolari potranno tuttavia essere usati anche cubetti ricavati dai prefabbricati.

#### **IMPERMEABILITÀ**

Le parti delle camerette prefabbricate sottoposte alla pressione interna di 0,5 bar per 15 minuti non devono assorbire quantitativi d'acqua superiori a 0,07 l/m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata.

#### **CONTROLLI E COLLAUDI**

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi del Capitolato dovranno essere eseguite conformemente alla norma DIN 4034.

#### *6.1.1 Pozzetti prefabbricati in conglomerato cementizio per acque bianche*

Verranno in generale realizzati con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio di caratteristiche non inferiori a Rck 25 e con armatura in ferro (FeB38k) idonea a conferire loro la capacità di sopportare, con adeguati coefficienti di sicurezza, carichi di 1° categoria fino alla profondità di metri 8.00 dai piani stradali, e saranno posati su idonea fondazione di calcestruzzo magro o altri inerti a giudizio della D.L..

#### *6.1.2 Pozzetti di raccolta delle acque stradali*

Saranno in cemento delle dimensioni specifiche alle relative voci di elenco prezzi.

La posizione ed il diametro dei fori per l'innesto dei fognoli saranno stabiliti dalla direzione lavori, secondo le varie condizioni d'impiego.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati privi di cavillature, fenditure, scheggiature o di altri difetti.

#### **REALIZZAZIONE ALLACCIAMENTI CADITOIE STRADALI**

Realizzazione di allacciamenti in opera su pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato ad alta resistenza, per il collegamento a tenuta di tubazioni in PVC con l'utilizzo di idonee carotatrici. Tali apparecchiature sono composte da uno zoccolo per il fissaggio della macchina, dalla colonna a cremagliera dove scorre il carrello per lo spostamento della perforatrice che viene a sua volta azionata dal gruppo motore elettrico (oppure pneumatico o idraulico).

Queste attrezzature dovranno garantire la realizzazione di fori su pareti in calcestruzzo da 15/20cm, di diametro predeterminato in funzione della dimensione e del tipo di tubo da allacciare, e dovranno essere utilizzate nel rispetto di tutte le norme antinfortunistiche vigenti.

Dopo aver realizzato il foro dovrà essere inserita una guarnizione in battuta, a più labbra in gomma sintetica, per una perfetta tenuta con la tubazione da allacciare anche in presenza di deviazioni angolari di 5°/6° senza utilizzare nessun tipo di sigillante. La qualità della gomma dovrà rispondere alle norme UNI EN 681-1. Prima di inserire la tubazione nella guarnizione è buona norma applicare del lubrificante (compatibile con la gomma stessa) sulla punta del tubo.

#### *6.1.3 Pozzetti prefabbricati in conglomerato cementizio per acque nere*

Fornitura e posa in opera di pozzetto d'ispezione monolitico a perfetta tenuta idraulica autoportante in calcestruzzo vibrato compresi gli oneri per la formazione della base di appoggio in calcestruzzo magro, i rinfianchi in materiale incoerente, il collegamento delle tubazioni, gli oneri di trasporto, carico scarico, movimentazione controllo idraulico ed ogni altro onere necessario per la realizzazione di un pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato e armato, dimensionato per carichi di 1ª categoria, con camera di diametro interno di 1000/1200mm in conformità alle norme DIN 4034. Il pozzetto, dovrà essere realizzato dai seguenti elementi: la base con guscio di rivestimento in poliestere rinforzato con fibra di vetro (GF-UP) e canaletta interna con angolazioni e pendenza come da progetto compresi i manicotti predisposti con guarnizioni dedicate al tipo di tubo utilizzato (PVC; Gres; Ghisa; Fibrocem.; Calcestruzzo; ecc.) e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione e dell'eventuale elemento di prolunga fino al diametro di circa 600mm necessario alla posa del chiusino.

Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione.

Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento maschio nella base come previsto dalla norma DIN 4034.

L'anello di tenuta in gomma sintetica costituente la guarnizione, dovrà essere incorporato nell'elemento monolitico di rialzo durante il getto mediante l'utilizzo di idonea protezione sempre in gomma. La sezione della guarnizione dovrà essere tale da garantire il perfetto ancoraggio con il calcestruzzo e disporre di una sufficiente zona di tenuta. La qualità della gomma delle guarnizioni, dovrà essere conforme alle norme UNI EN 681-1.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 ‰ delle dimensioni nominali al fine di ottenere una giusta compressione della guarnizione in gomma per una perfetta tenuta idraulica.

La posa dovrà essere preceduta dalla lubrificazione dell'elemento maschio da effettuarsi con apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa.

L'Impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente.

Normative di riferimento

- UNI EN 681-1 Elementi di tenuta in elastomero – Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua – Gomma vulcanizzata
- UNI 8981 Durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati di calcestruzzo.
- UNI 9858 Calcestruzzo, prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità
- DM 12.12.85 Norme tecniche relative alle tubazioni. Circ.LLPP 27291 Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- DIN 4034 Schächte aus Beton-und Stahlbetonfertigteilen
- DIN 4033 Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati. Direttive per la costruzione.
- ATV A127 Guideline for the statical analysis of sewage channels and pipelines.
- pr EN 1917 Camerette d'ispezione e pozzetti in calcestruzzo armato e non armato, rinforzato con fibre.

Opere di impermeabilizzazione

- Le opere di impermeabilizzazione servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti controterra, ecc.) o comunque, lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si suddividono nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni di opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua).

a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo, si sceglieranno i prodotti che, per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno.

Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione;

b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria), si opererà come indicato nel paragrafo a) per la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica;

c) per le soluzioni che adottano intercapedini di aria, si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da ottenere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si realizzeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;

d) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate, per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.

Durante l'esecuzione si curerà la corretta realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari (per esempio: i passaggi di tubazioni), in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco.

La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza, saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

4) per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua), si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

- Il Direttore dei lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, opererà come segue:

a) nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi e alle procedure) il Direttore dei lavori verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte, almeno per gli strati più significativi, e che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e, comunque, con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare saranno verificati: i collegamenti tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti, costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove siano richieste lavorazioni in opera.

Saranno verificati con semplici metodi da cantiere: le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione; ecc.); l'impermeabilità dello strato di tenuta d'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.;

b) a conclusione dell'opera il Direttore dei lavori farà eseguire prove (anche localizzate) per verificare la resistenza ad azioni meccaniche, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con le eventuali opere di completamento.

c) In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione dell'impermeabilizzazione. Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata). Copia di essi, poi, sarà messa a disposizione della persona che assumerà la responsabilità della gestione dell'edificio, unitamente alle informazioni identificative e tecniche concernenti i materiali e/o componenti utilizzati, fornite dal produttore, quest'ultimo chiaramente identificabile.

## **6.2 CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE E GRIGLIE STRADALI**

I chiusini per pozzetti di ispezione dovranno essere realizzati in ghisa sferoidale a norme UNI ISO 1083, conforme alla normativa italiana UNI EN 124 ed europea EN 124, classe D 400 (carico di rottura 40 t), coperchio senza fori di ventilazione, rivestimento con vernice bituminosa, superficie metallica antisdrucchiolo, guarnizione in elastomero sul telaio per assicurare tenuta e silenziosità, con fori di fissaggio sul telaio; con telaio quadrato o rotondo, secondo la descrizione di elenco prezzi.

I chiusini dovranno essere dotati di bloccaggio a 90° in apertura, consentire l'apertura a 130°, ed essere forniti di chiave di bloccaggio.

I chiusini dovranno riportare i marchi previsti dalla normativa e in particolare, l'identificazione del produttore, la classe di appartenenza, al riferimento alla norma EN 124, il marchio dell'Ente di certificazione.

Le griglie trasversali per drenaggio, complete di telaio da annegare nel getto in cls, dovranno essere realizzate in ghisa sferoidale e essere in classe C 250

Prima della posa la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta dosato a 5 qli di cemento 425 al mc di impasto, sopra il quale sarà appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale. Lo spessore della malta che si rendesse necessario, non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori si dovrà procedere con l'interposizione di un elemento raggiungi-quota

prefabbricato di spessore adeguato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto al telaio, a secco, o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati.

Si precederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, e all'interposizione di anelli di appoggio.

I chiusini potranno essere sottoposti al traffico, non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collegarsi all'interno delle camerette e da ricuperarsi a presa avvenuta.

## **7 MATERIALI PER GIUNZIONI**

### Elastomeri per anelli di tenuta

Le speciali gomme con cui verranno formati gli anelli di tenuta potranno essere del tipo naturale (mescole di caucciù) o sintetico (neoprene, ecc.); dovranno comunque possedere particolari caratteristiche di elasticità (rapportate alle caratteristiche geometriche e meccaniche dei tubi) per attestare le quali il fabbricante dovrà presentare apposita certificazione da cui si rilevino i seguenti dati:

- a) Il carico e l'allungamento a rottura delle mescolanze di gomma vulcanizzata, allo stato naturale e dopo invecchiamento artificiale;
- b) Il grado di durezza, espresso in gradi internazionali IRH (International Rubber Hardness), determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 4046;
- c) L'allungamento residuo percentuale da prova di trazione, effettuata su anello con le modalità di cui al punto 3.4. della UNI 4920;
- d) La deformazione permanente a compressione, eseguita a temperatura ordinaria (20 +/- 5°C) ed a 70 +/- 1°C, con le modalità di cui al punto 3.5. della UNI citata;
- e) L'esito delle prove di resistenza al freddo e di assorbimento di acqua, eseguite come ai punti 3.6. e 3.7. della UNI citata.

La Direzione Lavori potrà richiedere comunque un'ulteriore documentazione dalla quale risulti il comportamento degli anelli nelle prove di: resistenza alla corrosione chimica, resistenza all'attacco microbico e resistenza alla penetrazione delle radici.

Le mescolanze di gomma naturale saranno di prima qualità, omogenee ed esenti da rigenerato o polveri di gomma vulcanizzata di recupero. Per l'impiego su tubazioni destinate a convogliare acqua potabile tali mescolanze non dovranno contenere elementi metallici (antimonio, mercurio, manganese, piombo e rame) od altre sostanze che possano alterare le proprietà organolettiche.

Le guarnizioni con diametro interno fino a 1100 mm dovranno essere ottenute per stampaggio e dovranno presentare omogeneità di materiale, assenza di bolle d'aria, vescichette, forellini e tagli; la loro superficie dovrà essere liscia e perfettamente stampata, esente da difetti, impurità o particelle di natura estranea.

Sulle dimensioni nominali delle guarnizioni saranno consentite le tolleranze di cui al punto 2.3. della UNI 4920. Le categorie saranno caratterizzate dal diverso grado di durezza; ogni categoria sarà indicata a mezzo di apposito contrassegno colorato.

Ogni guarnizione dovrà inoltre riportare in modo indelebile:

- il nome ed il marchio del fabbricante;
- il diametro interno dell'anello ed il diametro della sezione in mm.;
- il trimestre e l'anno di fabbricazione nonché il diametro interno dei tubi su cui dovrà essere montata (per ogni mazzetta con un massimo di 50 elementi).

## **8 RILEVATI E REINTERRI**

### **8.1 GENERALITA'**

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di reinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alla quota prescritta dalla Direzione Lavori, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione. Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti da cave di prestito.

L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (nè prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili. Per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, ove necessario, scoticato per 10 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 50 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà comunque essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi o da cave di prestito, per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm. Le materie di scavo provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro, che risultassero esuberanti fossero idonee per la formazione dei rilevati o per il riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

### **8.2 RILEVATI COSTIPATI MECCANICAMENTE**

Ferme restando le prescrizioni di cui al punto precedente, per i rilevati da sottoporre a costipamento meccanico si richiederà una serie di operazioni atte sia ad accertare e migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni di impianto, sia a trattare opportunamente le stesse materie di formazione.

#### Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazioni alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 20 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento. Raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli, il cui onere è a totale carico dell'impresa ed inclusi in quelli previsti dall'art. 15 comm. 8 d.m. 145/2000:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;
- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo A1 - A2 - A3 - A4 - A5 (terre ghiaiose, sabbiose, limose);
- determinazione dell'altezza massima
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) Se il piano di posa del rilevato è costituito da terre ghiaiose o sabbiose (gruppi A1 - A2 - A3) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento);
- b) Se il piano di posa è costituito invece da terre limose od argillose (gruppi A4 - A5 - A6 - A7) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per un'altezza che dovrà essere indicata per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (gruppi A1 - A2 - A3) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di terreni torbosi (gruppo A8). Per rilevati di altezza inferiore a 50 cm, se il piano di posa è costituito da terre argillose (gruppi A8 - A7) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare refluenti.

Nel caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, e portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione "Me", determinato con piastra da 16 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 kgf/cm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 150 kgf/cm<sup>2</sup> (1470 N/cm<sup>2</sup>).

## **CAPITOLO III PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **9 RIFACIMENTO PAVIMENTAZIONI STRADALI**

#### **9.1 MASSICCIATE ED ACCIOTOLATI**

##### a) Rifacimento massicciate stradali in Macadam

Quando il materiale di ricoprimento degli scavi sia assestato si procederà alla ricostruzione della massicciata stradale demolita per l'esecuzione della condotta, impiegando bloccame calcareo con successiva ricarica di assestamento. Le massicciate avranno spessore non inferiore ai cm. 25 ed a lavori ultimati le strade dovranno avere il medesimo profilo ed andamento che avevano in precedenza.

L'Impresa dovrà a tutta sua cura e spese eseguire i ricarichi di pietrisco che per causa di pioggia o ulteriore assestamento della terra fossero necessari per rimettere al ripristino il piano stradale.

Qualora venisse richiesta la cilindatura della massicciata, essa verrà effettuata in due riprese mediante compressore stradale del peso di 16-20 tonn., effettuando il carico del pietrisco in due strati in modo da raggiungere a cilindatura ultimata il preesistente schema stradale.

Gli strati di pietrisco, man mano che verranno distesi e compressi, saranno innaffiati abbondantemente o cosparsi di sabbione (circa il 10%), onde facilitare la saldatura dei singoli pezzi di pietrisco.

La cilindatura verrà prolungata fino a consolidamento regolare e perfetto e in ogni caso non prima di aver eseguito almeno trenta passaggi su ogni strato.

b) Rifacimento di acciottolati stradali

Per il rifacimento di acciottolati si dovrà asportare il vecchio sottofondo di sabbia e consistenza ad opera finita; i rifacimenti dovranno raccordarsi perfettamente alla sagoma del piano stradale.

## **10 PAVIMENTAZIONI STRADALI**

### **10.0 GENERALITA'**

In linea generale, salvo diversa disposizione dalla D.L., 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 alla pendenza trasversale del 2.5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la D.L., in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo 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 D.L., in base ai risultati delle indagini eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso Laboratori Ufficiali.

L'approvazione della D.L. 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. E' ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

### **10.1 STRATI DI FONDAZIONE**

#### **10.1.1 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.

### **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).

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% purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

### **10.1.2 Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, 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.

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

#### **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	Passante
crivelli e setacci UNI	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
Crivello 2	18 – 30
Crivello 0,4	8 – 18
Crivello 0,18	6 – 14
Crivello 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).

### **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 scaturir 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.

### **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.

### **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 i 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 "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , 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.

## **Modalità esecutive**

### **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 eseguito con la massima cura.

### **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 realizzata 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 stessa 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 materiali similare.

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.

### **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.

### **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, purchè 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.

## **10.2 STRATO DI BASE**

### **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.

### **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 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.

### **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..

<b>TABELLA “BITUMI DI BASE”</b>		<b>BITUME “A”</b>	<b>BITUME “B”</b>
<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>UNITA'</b>	<b>VALORE</b>	<b>VALORE</b>
Penetrazione a 25°C/298°K , 100 g, 5s	0,1 mm	65 85	85 100
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 =	%	+/- 0,5	+/- 1

163°C / 436°K, max.			
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, 100f, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C/K	≤ +8 / ≤ 281	≤ +10 / ≤ 283

L'indice di penetrazione, dovrà essere 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.).

### 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 idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 – 1991;

### 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 dei 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 muscolazione 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 muscolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 270°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

### **Posa in opera delle miscele**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/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 diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

### **10.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

#### **Generalità**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, 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.

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

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

#### **- 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”), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Nome 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”), inferiore 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.

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.

### 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.

### Miscela

1) Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenute 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 rigidezza 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 in 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 rigidezza, 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, riferendosi 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.

### **Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

### **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.

## **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 s Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori. L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume – aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con 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.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione ( $\Delta$  %) 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 “Brasiliiana” (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 rettilineo-clotoide, rettilineo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente).

## **Inerti**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;

- 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.

### Legante

Il legante per tale strato di usura, dovranno essere del tipo modificato presentare le seguenti caratteristiche:

Legante "E": legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale.

CARATTERISTICHE	UNITA'	VALORE (x)
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 (x)
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

## 10.4 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

### 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 ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

### 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 dm<sup>3</sup> 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 dm<sup>3</sup> 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.

### **Trattamento con bitume a caldo**

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m<sup>2</sup> 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°C e 180°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 m<sup>3</sup> 1,20 per 100 m<sup>2</sup>, 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.

## **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 spazzolini, 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 cordionate, 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 uovo ed analogo trattamento.

### **10.5 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. Il materiale non riutilizzabile dovrà essere trasportato e smaltito in apposite discariche autorizzate a cura e spese dell'impresa esecutrice.

### **10.6 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 dalla D.L..

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 are 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.

## **11 SPECIFICA DI CONTROLLO**

### **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.

## **11.1 STRATI DI FONDAZIONE**

### **Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato**

#### **Prove di laboratorio**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria 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 e 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%;
- 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.

equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n.4 compreso

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro gironi 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.

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1979).

Se le miscele contengono oltre il 60% il 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.

#### **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 presso 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.

#### **Prove di laboratorio**

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.

#### **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;
- 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.

### **Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

#### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### **Inerti**

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- 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;
- c) Prova Los Angeles (CNR 34 – 1973) con perdita in peso 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).

#### **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.

### **Acqua**

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.

### **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.

### **Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per la fornitura di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni di norma presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere 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.

### **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.

### **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.

## **11.2 STRATO DI BASE**

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### **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 1.2.1.1.
- 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%.

#### **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.

### **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:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 – 1973=) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di magio 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 idrocarburi 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.

#### **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 prelevati presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere 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.

#### **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) 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 spoliatura (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.

### **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.

## **11.3 STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

### **Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### **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 T96, 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”), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”) inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 – (“Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali”).

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”), inferiore 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.

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.

### **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.

### **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.

## 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, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10<sup>-6</sup> 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.

## **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 prelevati presso Laboratorio Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione in cantiere 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.

## **CAPITOLO IV OPERE A VERDE**

### **CONTENUTI**

Le Specifiche Tecniche definiscono le caratteristiche tecniche e prestazionali di tutti i materiali e gli accessori per la fornitura e la messa in opera delle attrezzature e dei lavori necessari per la realizzazione delle opere a verde e paesaggistiche del progetto esecutivo finalizzato alla realizzazione delle opere di urbanizzazione del nuovo Approdo Turistico di Porto Corsini.

#### **12.1 MATERIALI AGRARI**

##### **Caratteristiche dei terreni di riporto**

###### Terra di coltivo

La terra di coltivo da utilizzare per il riporto superficiale proverrà dallo scolturamento superficiale di terreni agrari con tessitura a medio impasto, e realizzato con un grado di umidità agronomicamente definito "in tempera", non troppo umido ed in grado di conservare la struttura originaria del terreno. Lo scavo di terreno eccessivamente umido comprometterebbe la qualità dell'intervento, creando aree di suolo molto consistenti e asfittiche, non idoneo alla vita delle piante.

La terra di coltivo dovrà essere inoltre, priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera.

###### Terreno per fioriere

Substrato vegetale per giardini pensili e fioriere a base di sabbia silicea, rocce vulcaniche calibrate, torbe selezionate e humus, dotato di elevata permeabilità per evitare il ristagno in caso di piogge molto intense o abbondanti irrigazioni, al tempo stesso garantisce una ritenzione idrica ottimale per assicurare una riserva d'acqua indispensabile nei periodi più siccitosi. Grazie alle particolari materie prime utilizzate per la composizione, la sua struttura si conserva inalterata nel tempo mantenendo sempre ossigenato e vitale l'apparato radicale delle specie ivi coltivate. In questo modo favorisce la crescita continua ed uniforme delle piante su tutta la superficie coperta siano esse di natura erbacea o arbustiva. Questo substrato è particolarmente adatto per l'inverdimento pensile di tipo intensivo per strati da 15 ad oltre 50 cm di spessore. Questo prodotto è ricco della pregiata torba irlandese superfine vagliata a 0-3 mm e di humus vagliato a 0-10 mm. Queste materie prime sono in grado di apportare sostanza organica in abbondante quantità favorendo la radicazione e l'accestimento delle giovani plantule. La torba irlandese insieme alla sabbia formano una naturale barriera contro l'eccessivo compattamento.

Substrato di coltivazione base (conformità al D.lgs 75/2010).

- pH 5,8-6,5; • EC 0,10-0,15 dS/m;

- Densità apparentesecca 340 kg/mc;
- Porosità totale: 85%.

## **Modalità di esecuzione dei movimenti terra**

### Opere preliminari

#### **Pulizia generale dell'area**

Prima di iniziare la realizzazione degli interventi, in relazione a quanto previsto dal cronoprogramma e dalla descrizione tecnica, tutte le superfici interessate dovranno essere ripulite da materiali estranei, eseguendo lo scolturamento superficiale del terreno vegetale compresi gli infestanti. Le stesse dovranno essere mantenute libere durante il corso dei lavori.

I materiali di risulta dovranno essere allontanati e portati ad appositi centri di smaltimento.

#### **Protezione e difesa alberature**

Per impedire danni provocati dai lavori di cantiere, le superfici vegetali da conservare dovranno essere recintate con rete di cantiere in materiale plastico o altra recinzione invalicabile alta almeno m 1,50.

Nell'ambito delle suddette superfici, non possono essere versati oli minerali, acidi, basi, vernici ed altre sostanze aventi un effetto inquinante sul suolo.

Non sono consentiti fuochi all'aperto che potrebbero causare incendi.

- *Difesa delle parti aeree degli alberi:* per la difesa contro danni meccanici, come ad esempio escoriazioni e rotture della corteccia e del legno da parte di veicoli, macchine ed altre attrezzature di cantiere, tutti i boschi, le macchie arboree ed arbustive interne al cantiere dovranno essere muniti di un solido dispositivo di protezione, costituito da una recinzione in materiale plastico che racchiuda sotto la chioma una superficie del suolo, estesa su tutti i lati per almeno 2,00 m. Se per insufficienza di spazio -a giudizio della D.L. - non è possibile la messa in sicurezza dell'intera superficie suddetta, gli alberi dovranno essere protetti mediante una incamiciatura di tavole di legno alte almeno 2 m disposte contro il tronco, con l'interposizione di materiali cuscinetto (ad esempio gomme di autoveicoli), evitando di collocare le tavole direttamente sulla sporgenza delle radici e di inserire nel tronco chiodi, grappe e oggetti simili. I rami inferiori, che pendono verso il basso, dovranno essere legati, secondo le possibilità, verso l'alto, proteggendo anche i punti di legame con materiale cuscinetto.
- *Difesa delle radici degli alberi nel caso di scavi di breve durata:* di regola, a causa del pericolo di rottura delle radici gli scavi saranno eseguiti solo a mano e ad una distanza dal tronco non inferiore a 2,5 m. In casi singoli, a giudizio della D.L., la distanza può essere ridotta ad 1,5 m dal tronco, per alberi aventi apparato radicale profondo, ed a 2 m per alberi aventi apparato radicale superficiale. Le radici dovranno essere recise con un taglio netto, rifilate con utensili affilati e disinfettati (mediante soluzioni con sali di ammonio quaternari), e subito spalmate con un apposito mastice sigillante caratterizzato da aggiunta di fungicidi in ragione del 2-3%, secondo indicazioni della D.L. Le radici dovranno essere difese contro l'essiccazione ed il gelo.
- *Difesa delle radici degli alberi nel caso di transito:* Qualora non si possa evitare il transito all'interno della superficie di pertinenza degli alberi (2,50 m attorno alla chioma), questa dovrà essere ricoperta con uno strato di materiale drenante, avente spessore minimo di 20 cm, sul quale si dovranno fissare tavole di legno. Dopo l'allontanamento della copertura protettiva, lo strato superficiale del suolo dovrà essere scarificato a mano, avendo cura di non danneggiare le radici.

### Tracciamenti

Prima di effettuare gli scavi e i riporti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni:

- livellazione di precisione per la predisposizione dei capisaldi locali di quota a cui fare riferimento per i

successivi rilievi plano-altimetrici;

- rilievo plano-altimetrico dell'area, basandosi sui capisaldi precedentemente stabiliti e rilevati;
- picchettazione degli scavi e riporti, o individuazione delle livellette successive, nella quantità minima di 1 picchetto ogni 200 metri quadrati o di una successione di livellette ogni 50 metri.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiati o rimossi dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati dei rilievi e della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.L.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.L., ed una terza verrà conservata in cantiere.

### Scavi, rimozioni e riporti

#### **Scavi in presenza di acqua di falda**

Prima di procedere all'inizio delle operazioni di scavo, l'Impresa dovrà informarsi presso la Committenza, la D.L., presso gli Uffici Tecnici pubblici e presso le aziende proprietarie di reti di urbanizzazione, circa l'esistenza, sull'area oggetto dell'intervento, di manufatti, reti, tubazioni, cavidotti, pozzetti, centraline o qualsiasi altro elemento interrato; e individuarne la posizione mediante rilievi esistenti, scavi manuali di saggio o apparecchiatura elettromagnetica.

L'Impresa, in accordo con la D.L. e la Committenza, valuterà le aree disponibili per l'accatastamento del materiale scavato ovvero si preoccuperà di individuare le discariche attrezzate in grado di accogliere quel tipo di materiale nelle quantità previste dal progetto.

Dopo aver proceduto al tracciamento, l'Impresa inizierà le operazioni con mezzi adeguati al tipo di scavo (tempi programmati, tipologia, volume e materiale di scavo, ecc.) avendo cura di mantenere separate le diverse tipologie di materiale scavato.

In particolare, dovrà essere accantonata preventivamente tutta la terra di coltivo presente, ed accatastata in cumuli di altezza non superiore a m 2.

#### **Accatastamento della terra di coltivo**

La terra di coltivo dovrà essere ordinatamente accatastata in modo tale da non essere soggetta a transito di veicoli. Si dovranno evitare inquinamenti sia durante l'accatastamento che durante il periodo di deposito. Il deposito dovrà essere protetto contro l'erosione e le erbe infestanti e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione.

I cumuli di terra di coltivo non dovranno essere troppo grandi, per evitare di danneggiare la struttura e la fertilità. In generale, la larghezza di base dei cumuli non dovrà superare 3 m e l'altezza 2 m. Con quantità molto grandi di terra di coltivo, la larghezza di base potrà anche superare 3 m, ma in tal caso l'altezza non potrà superare 1 m.

Cumuli costituiti da suoli vegetali fortemente leganti dovranno essere rivoltati almeno una volta all'anno.

#### **Riporti**

I riporti verranno realizzati terreni vegetali derivati dallo scolturamento superficiale di terreni agrari con tessitura a medio impasto, e realizzato con un grado di umidità agronomicamente definito "in tempera", non troppo umido ed in grado di conservare la struttura originaria del terreno. La tolleranza ammessa per il riporto di materiali vegetali per la costruzione di una nuova morfologia è di cm 20 rispetto alle quote riportate per il 20% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 40% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati.

La tolleranza ammessa per il riporto di terra di coltivo è di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 10% dei punti rilevati, di cm 5 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 0 rispetto alle quote riportate per il restante 60% dei punti rilevati.

## 12.2 MATERIALI VEGETALI

### Caratteristiche generali dei materiali vegetali

Al momento della fornitura, l'Impresa, nel sottoporre il materiale all'approvazione della Committenza, dovrà fornire una certificazione, da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti e le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Tutto il materiale vegetale dovrà rispettare le seguenti norme di Legge:

- Legge n° 269 del 22.05.1973, Disciplina della produzione e della commercializzazione di sementi e di piante da rimboschimento e successive modifiche e integrazioni (D.Lgs n°386/03);
- D.Lgs n° 536 del 30.12.1992, Attuazione della direttiva 91/683/CEE concernente le misure di protezione contro l'introduzione negli Stati membri di organismi nocivi ai vegetali e ai prodotti vegetali;
- D.M. 31.01.1996, Misure di protezione contro l'introduzione e la diffusione nel territorio della Repubblica Italiana di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali.
- D.Lgs. n° 151 del 19.05.2000 Attuazione della direttiva del 98/56/CE relativa alla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali;
- Decreto Ministeriale 9 agosto 2000 Recepimento delle direttive della Commissione n. 99/66/CE, n. 99/67/CE, n. 99/68/CE e n. 99/69/CE del 28 giugno 1999, relative alle norme tecniche sulla commercializzazione dei materiali di moltiplicazione delle piante ornamentali, in applicazione del D.Lgs. 19 maggio 2000, n. 151.

#### Alberi e arbusti

Gli alberi e gli arbusti dovranno avere le dimensioni indicate nel computo e dovranno essere forniti in zolla.

L'Impresa avrà l'obbligo di dichiarare la provenienza degli alberi; questa dovrà essere accertata dalla D.L., la quale, comunque, si riserverà la facoltà di effettuare visite ai vivai sia per scegliere le piante (di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare) sia per scartare quelle che presenteranno eventuali difetti o tare di qualsiasi genere.

La D.L. avrà quindi il diritto, a proprio insindacabile giudizio, sia di respingere piante non adatte sia di accettare la fornitura con riserva evidenziandone gli eventuali difetti.

L'Impresa dovrà sostituire a proprie spese le piante morte o sofferenti entro la prima stagione vegetativa successiva all'impianto nonché sostituire, anche successivamente, le piante in relazione a difetti di fornitura o di manutenzione evidenziati per iscritto dalla D.L.

Su richiesta della D.L. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario come previsto da normativa vigente.

In ogni caso l'Impresa dovrà fornire le piante esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, varietà o cultivar, caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche del computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

Gli alberi dovranno avere il tronco nudo, diritto, senza ramificazioni per l'altezza di impalcatura richiesta, nonché privo di deformazioni, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature ed ustioni da sole; essi dovranno essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus; dovranno presentare una chioma ben ramificata, equilibrata ed uniforme.

La chioma, salvo quando diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata ed equilibrata per simmetria e

distribuzione, all'interno della stessa, delle branche principali e secondarie.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e del computo metrico estimativo secondo quanto segue: altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;

altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di emergenza del ramo maestro più basso (tale misura è pari a m 2,50 salvo diversa indicazione esplicitamente riportata);

circonferenza del fusto: misura rilevata ad un metro dal colletto (tale misura dovrà corrispondere a quella indicata dal progetto); diametro della chioma: misura rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere e a due terzi dell'altezza per tutti gli altri alberi. Per gli alberi innestati dovranno essere specificati i portainnesti e l'altezza del punto d'innesto, il quale non dovrà presentare sintomi di disaffinità. In linea di massima, gli alberi dovranno essere forniti in zolla (pane di terra), o, su richiesta dell'impresa sarà possibile utilizzare alberi in contenitore senza con ciò poter aver diritto ad alcun maggior compenso.

I contenitori (vasi, mastelli di legno o di plastica, reti ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante contenute.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro rinforzato (in juta, paglia, ecc.). Per le piante che superino i 3-4 metri di altezza, l'involucro di imballaggio sarà realizzato con rete metallica, oppure con pellicola di plastica porosa o altro metodo equivalente. Qualora le piante vengano fornite in contenitore, le radici dovranno risultare pienamente compenstrate nel terriccio, senza fuoriuscirne. L'apparato radicale dovrà comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante dovranno aver subito i necessari trapianti in vivaio, di cui l'ultimo sarà stato effettuato da almeno un anno o al massimo da non più di due.

Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della D.L. e della Committenza, dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Gli arbusti e i cespugli devono essere ramificati a partire dal colletto, con almeno tre ramificazioni ed avere altezza proporzionale al diametro della chioma. La chioma dovrà essere correttamente ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione. Le piante rampicanti, sarmentose e ricadenti oltre alle caratteristiche sopra descritte dovranno essere sempre fornite in contenitore e presentare getti ben sviluppati e vigorosi di lunghezza pari a quanto indicato nel progetto (dal colletto all'apice vegetativo più lungo). Le specie utilizzate sono le seguenti:

#### **Alberature**

Hippophae Rhamnoides circ. 16/18 cm

Pinus Pinea circ. 20/25 cm alt. 300/350 cm

Tamarix Gallica 14/16 cm

Acer campestre circ. 18/20 cm

Fraxinus ornus circ. 18/20 cm

Populus alba circ. 18/20 cm

Quercus ilex circ. 18/20 cm

Morus alba circ. 18/20 cm

Quercus Robur circ. 18/20 cm

Ulmus campestre

#### Essenze arbustive

Juniperus Communis alt. 120/150 cm

Tamarix gallica alt. 120/150 cm

Hippophae ramnoides alt. 120/150 cm

### Sementi

Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e data di scadenza e devono risultare certificate a norma di legge vigente. I miscugli proposti potranno subire modifiche secondo le indicazioni della D.L., che verificherà via via i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.

Qualora il miscuglio delle sementi non fosse disponibile in commercio dovrà essere appositamente realizzata mediante miscelazione delle sementi componenti divise per qualità, e le percentuali devono essere calcolate sul numero indicativo di semi.

Eventuali miscugli differenti dovranno essere preventivamente concordati con la D.L.

### Legnami e tutori

#### **Caratteristiche generali**

Il legno non deve presentare alcun difetto o danneggiamento che ne comprometta il valore d'uso.

Non sono in ogni caso ammissibili nel legno la presenza di larve e uova di insetti e fenomeni di putrefazione.

Per i legni con particolari funzioni statiche, indicati nel progetto o dalla Direzione Lavori, non sono inoltre ammissibili la cipollatura, i nodi risultanti dall'inserzione di rami stroncati o ammalati, la fibratura elicoidale, i cretti formati in conseguenza del gelo o di scariche di fulmine, le perforazioni dovute ad insetti o vischio.

#### **Ritiro e rigonfiamento**

Dovranno essere impiegate le specie legnose che presentano migliori caratteristiche di stabilità con riferimento al rigonfiamento ed al ritiro conseguenti alle variazioni di umidità.

Il legno deve essere inserito in opera con un'umidità il più possibile uguale a quella prevista come valore medio durante il periodo di utilizzazione. Durante le operazioni di trasporto e di accatastamento, si farà dunque attenzione affinché tale valore medio di umidità non venga modificato.

#### **Tutori alberatire**

Tutti gli alberi dovranno essere dotati di ancoraggio con n. 1/2 pali tutori per quelli sviluppati. I pali di sostegno devono essere in legno di castagno o di conifere, scortecciato e tornito, trattato con trattamento antimarcescente, del diametro di 8/10 cm. e lunghezza compatibile con la dimensione della pianta, comunque non inferiore a cm 200/ 250.

## **Messa in opera del materiale vegetale**

### **Estrazione dal vivaio e controllo delle Piante**

L'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata.

Le piante, estratte a mano nuda o meccanicamente, potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle opportunamente imballate con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro.

Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo. Le piante, dopo aver ricevuto le necessarie lavorazioni in vivaio, dovranno essere trasportate con tutte le precauzioni necessarie per giungere sul luogo della sistemazione nelle stesse condizioni in cui hanno lasciato il vivaio. Il trasferimento dovrà essere effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei, con particolare attenzione affinché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi o ad essiccarsi anche a causa dei sobbalzi o per il peso del carico del materiale soprastante.

Giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno; il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) dovrà essere il più breve possibile. Nell'eventualità che per avverse condizioni climatiche le piante approvvigionate a piè d'opera non possano essere messe a dimora in breve, si dovrà provvedere a collocare il materiale in "tagliola" curando in seguito le necessarie annaffiature ed evitando "pregerminazioni".

In particolare, l'Appaltatore curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e, le piante scartate, dovranno essere immediatamente allontanate.

La verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettua, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

#### *Epoca di messa a dimora*

La messa a dimora non deve essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto, la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile.

La DL potrà indicare date più precise, secondo il clima, funzione della regione e/o dell'altitudine.

La messa a dimora delle piante a radice nuda s'effettua comunque in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio.

Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.).

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste, cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

Preparazione delle piante prima della messa a dimora

Prima della messa a dimora le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

### Messa a dimora alberi

Il progetto prevede la messa a dimora di gruppi arborei e filari in varietà.

La messa a dimora degli alberi per quanto riguarda il posizionamento, le distanze tra i singoli esemplari e l'alternanza delle essenze è riportata nella tavola di progetto delle Opere a Verde e ribadita nell'elenco prezzi. Le piante dovranno essere conferite in cantiere solo al momento della loro messa a dimora. Ciascuna pianta dovrà essere collocata in una buca appositamente predisposta, con il pane completamente circondato da terra soffice.

Negli impianti invernali, le piante più sensibili al freddo dovranno essere provviste di una copertura con sostanze quali paglia o ramaglie. Il controllo e la manutenzione dovranno essere continui. Parassiti e malattie dovranno essere combattuti subito dopo la loro comparsa.

Il suolo dovrà avere una struttura sciolta, eventualmente migliorata.

Le piante a foglia caduca in zolla potranno essere impiantate solo nel periodo di riposo vegetativo (dal primo autunno alla primavera escludendo i periodi di gelo), se in contenitore, invece, potranno essere trapiantate in qualsiasi periodo dell'anno, ad esclusione dei mesi estivi (giugno-luglio-agosto). Prima della messa a dimora delle piante e dopo la lavorazione del suolo, sulla base dei disegni di progetto, l'Impresa dovrà realizzare la picchettatura delle piante isolate e delle aree omogenee di piantagione, ottenendone l'approvazione da parte della D.L. La buca d'impianto sarà di cm 90 x 90 x 90

In relazione alle dimensioni della buca ed a quelle della zolla, verrà effettuato un ammendamento con compost calcolato per un peso tale da risultare uguale a metà del volume della buca d'impianto, considerando un valore medio di peso specifico del compost pari a 8 quintali per metro cubo. Il materiale proveniente dagli scavi, non riutilizzabile a giudizio della D.L., dovrà essere allontanato dal cantiere a cura e spese dell'Impresa e sostituito con terra adatta.

Nel caso in cui il terreno di base non sia sufficientemente permeabile, si dovranno adottare adeguate misure per impedire la formazione di ristagni. In ogni caso, assestatosi il terreno, le piante non dovranno presentare radici allo scoperto, oppure interrate oltre il livello del colletto.

Le radici delle piante, dopo aver asportato le parti danneggiate, dovranno essere inserite nella loro posizione naturale, non curvate o piegate. La terra di coltivo introdotta dovrà essere uniformemente costipata, in modo che non rimangano spazi vuoti attorno alle radici. Nelle buche non si dovrà introdurre né terra gelata né neve. Con piante in zolla, il tessuto di protezione della zolla dovrà essere asportato dopo l'inserimento della pianta nella buca e dovrà essere tagliata la rete metallica.

Le piante dovranno essere orientate con la medesima esposizione al sole che avevano nella stazione di provenienza.

I tagli per le potature e per l'eliminazione dei rami secchi, spezzati o malformati, dovranno essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti.

In ogni caso, le parti aeree delle piante danneggiate dovranno essere asportate con tagli netti.

Le superfici di taglio con diametro superiore a 2 cm dovranno essere spalmate con fungicida a giudizio della D.L. Dopo l'impianto, in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 150-200, si dovrà innaffiare ogni pianta con i seguenti quantitativi d'acqua:

piante arboree fino a 200 cm di altezza: da 5 a 15 litri/giorno;

piante arboree oltre 200 cm di altezza: da 20 a 50 litri/giorno.

Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta. Le pietre ed i rifiuti, le parti vegetali decomponibili e le malerbe eventualmente emerse nelle operazioni dovranno essere allontanate. Si dovrà tuttavia avere cura di conservare le conche attorno alle piante.

### Ancoraggio

Tutti gli alberi dovranno essere dotati di ancoraggio con n. 1/2 pali tutori per quelli sviluppati. Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche o altro), i pali di sostegno, ove la direzione dei lavori disponga in tal senso, potranno essere sostituiti con ancoraggi eseguiti con cavi di acciaio di adeguata sezione muniti di tendifilo.

Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi. Per evitare strozzature al tronco dovranno essere realizzati collari speciali a mezzo di materiale elastico: cinture di gomma, nastri di plastica o in mancanza corda di canapa. Per evitare danni alla corteccia si potrà interporre fra tutore e tronco un cuscinetto antifrizione in gomma.

### Conche di irrigazione

La terra va sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'impresa effettua una prima irrigazione che fa parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della D.L., le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione sono:

- 40/50 litri per albero;
- 15/20 litri per arbusti.

Prima dell'impianto l'Impresa, dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'erpatura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Impresa, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Oltre alla concimazione di fondo l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Impresa le varie specie arboree ed arbustive da impiegare nei singoli settori.

Nella preparazione delle buche l'Impresa dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvederà con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione l'Impresa dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea. Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante. I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;

- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate.

Salvo diverse prescrizioni della D.L. le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:

alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18,20 cm) e conifere di almeno 3 m di altezza: 1 m x 1 m x 1 m;

- giovani piante: 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m
- arbusti: 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;
- siepi continue: 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità;
- piantine forestali: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m;
- piante da fioritura: 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la discarica. Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato.

Salvo diverse prescrizioni della D.L. buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

#### Cure colturali

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori l'impresa dovrà effettuare a sua cura e spese la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare la sostituzione delle fallanze, le potature, scerbature, sarchiature, concimazioni in copertura, trattamenti antiparassitari, risemine, ecc. nel numero e con le modalità richieste per ottenere un regolare sviluppo degli impianti a verde

E' compreso nelle cure colturali anche l'eventuale adacquamento di soccorso delle piante in fase di attecchimento.

#### Fornitura e stesa di terriccio

La superficie in terra delle aiuole, consegnata come al capitolo precedente, verrà caricata e perfettamente livellata con una coltre di circa 30 cm di terriccio fine, livellata in piani perfetti, esenti da buche e avvallamenti, rullata e pronta per la semina, ricca di materia organica e di particelle che assicurino una corretta ritenzione idrica, eventualmente anche di natura artificiale, atte a garantire la migliore riserva d'acqua per le piante con i minori consumi di irrigazione.

#### Messa a dimora di aiuole, siepi, cespugli.

Prima della messa a dimora delle piante il terreno dovrà essere stato adeguatamente preparato con le lavorazioni opportune, con particolare attenzione alla rottura degli eventuali profili compattati. Si procederà quindi alla formazione dell'aiuola e alla sagomatura del livello della stessa realizzando una baulatura. Lungo il perimetro di collegamento tra l'aiuola ed il prato, ove previsto, va messo in opera un bordo di separazione che ha lo scopo di mantenere il disegno del bordo e di contenere l'invasione del prato nell'aiuola.

Particolare attenzione dovrà essere prestata per le aiuole ricavate all'interno delle aree spartitraffico e/o marciapiedi, nelle quali si dovrà aver cura di rompere la crosta di cemento che spesso ricopre il fondo dell'aiuola e che è mascherata dalla terra riportata successivamente. Dopo l'eventuale distribuzione degli ammendanti, fertilizzanti e correttivi, seguirà un accurato miscelamento con il terreno di coltivazione sullo strato superficiale (35 cm) attraverso lavorazioni di vangatura e/o fresature superficiali, in modo da ottenere un suolo omogeneamente miscelato e lavorato. Nel caso sia previsto un telo pacciamante, drenante, di materiale plastico si provvederà alla stesura ed ancoraggio del telo con forcelle apposite (densità consigliata

di almeno 2 punti/mq per superfici in piano, opportunamente aumentata per superfici in pendenza). Il telo pacciamante dovrà essere ricalzato ed ancorato con cura per l'intero bordo al fine di evitare il suo sollevamento sotto l'azione del vento o delle erbe infestanti. In caso di bordo di contenimento si dovrà eseguire un raccordo adeguato tra il telo pacciamante ed il bordo che eviti ogni possibile sviluppo delle infestanti. Se previsto dal progetto, prima della stesura del telo si dovrà provvedere alla sistemazione dell'apparato irriguo.

Dopo il picchettamento o tracciamento compositivo, si provvederà all'eventuale taglio del tessuto pacciamante, scavo buca piantagione, messa a dimora e ricucitura accurata del telo pacciamante. Le piante da mettere a dimora dovranno avere la zolla umida, in caso contrario di dovrà immergere il vaso o zolla della pianta in un recipiente d'acqua in modo da saturare rapidamente la zolla prima dell'impianto. Faranno seguito abbondanti irrigazioni in modo da saturare in profondità l'area di messa a dimora e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla.

#### Messa a dimora di essenze forestali

Il progetto prevede la realizzazione di piantagioni forestali all'interno delle aree individuate dai soggetti arborei sviluppati.

In particolare, è prevista la messa a dimora di diverse specie in varietà con un sesto di impianto naturaliforme di 2,00x4,00m. Per la messa a dimora delle alberature forestali risultano essere valide le norme generali descritte per l'impianto gli alberi. La buca d'impianto dovrà essere di dimensione adeguata ad accogliere la pianta, ciascuna pianta forestale sarà dotata di biodisco pacciamante, asticella di bambù diam. 10/12 mm aH 150 cm elemento di protezione in materiale plastico, tipo rete rigida di altezza pari a 1,00m.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 20) si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua di circa 10 litri/giorno.

#### Formazione tappeto erboso

È prevista la formazione del prato sull'intera area di intervento

##### **Preparazione del terreno per la formazione dei tappeti erbosi.**

I prati sono manti erbosi compatti, saldamente legati allo strato di suolo vegetale, costituiti da una o più specie erbacee, che di regola non sono soggetti ad alcuna utilizzazione agricola.

I lavori per la formazione dei prati verranno realizzati dopo la messa a dimora delle piante arboree. Prima della semina il terreno deve essere ripulito da ogni materiale estraneo, sottoposto ad una fresatura od erpicatura incrociata, ben assestato, livellato e quindi rastrellato per eliminare ogni avvallamento.

Lo scheletro presente nel terreno deve essere eliminato o interrato con appositi macchinari "interrasassi" ad almeno 20 cm di profondità. Qualora la terra di coltivo presenti caratteristiche sfavorevoli alla formazione del tappeto erboso, dovrà essere ammendata.

In particolare:

qualora sia povera di sabbia, dovrà essere apportata sabbia silicea di granulometria media-grossolana (0,5 – 1,5 mm) fino a raggiungere una percentuale di almeno il 20-50% della terra fine. Per l'attecchimento del prato i valori di pH del suolo ottimali sono compresi tra 5,5 e 6,5, in caso di valori differenti si procederà ad avvicinarlo ai valori ottimali con stesa di composti a base di zolfo o calce a seconda del pH riscontrato nel terreno; qualora il contenuto in sostanza organica sia inferiore a 1,5-2 %, dovrà essere previsto il riporto di torba o compost di qualità. Qualunque apporto di ammendante deve risultare completamente miscelato all'interno del profilo del terreno, che deve risultare uniforme almeno nei primi 20 cm.

##### **Semina del prato**

La semina di regola deve essere intrapresa da metà di marzo a fine di maggio o da inizio settembre a fine ottobre, comunque con temperature del suolo superiori ad 8 °C. In generale il mese più idoneo alla semina risulta essere settembre, sia per temperatura che per umidità, sia per scarsa competizione delle infestanti.

Durante la semina, si deve fare attenzione a conservare l'uniformità della miscela, provvedendo eventualmente a rimescolarla. La semente deve essere distribuita uniformemente, per cui è preferibile la

semina meccanica alla semina manuale. La quantità di sementi da utilizzare sarà di almeno 30 gr/m<sup>2</sup>.

La semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente ad una profondità massima di 0,5 cm. Subito dopo la semina, il terreno deve essere rullato per garantire l'umettamento dei semi.

Gli interventi di irrigazione in fase di attecchimento (fino al secondo taglio) dovranno avere alta frequenza e bassa durata. Dopo la semina tutte le aree devono essere recintate o interdette all'accesso per un periodo minimo corrispondente a 3-4 tagli, in modo da impedire l'ingresso di persone e animali durante la prima fase di crescita e attecchimento del prato.

#### **Primo taglio**

La formazione del prato comprende tutte le normali opere agronomiche (rullature, trasemine, diserbi ecc.) fino all'esecuzione del primo taglio (compreso nel prezzo).

#### **Garanzia di attecchimento**

Tutto il materiale vegetale deve avere una garanzia di attecchimento interessante l'intera stagione vegetativa successiva a quella di impianto, la garanzia dovrà comprendere la sostituzione del materiale vegetale morto o deteriorato, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, nella stagione utile successiva.

Nel caso in cui alcune piante muoiano o si deperiscono, l'Appaltatore dovrà individuare le cause del deperimento insieme alla Direzione Lavori, e concordare con essa, gli eventuali interventi da eseguire a spese dell'Appaltatore, prima della successiva piantumazione. Nel caso in cui non vi siano soluzioni tecniche realizzabili, l'Appaltatore dovrà informare per iscritto la Direzione Lavori che deciderà se apportare varianti al progetto. L'Appaltatore resta comunque obbligato alla sostituzione di ogni singolo esemplare per un numero massimo di due volte (oltre a quello di impianto), fermo restando che la messa a dimora e la manutenzione siano state eseguite correttamente. Sono a carico dell'Appaltatore, l'eliminazione e l'allontanamento dei vegetali morti (incluso l'apparato radicale), la fornitura del nuovo materiale e la messa a dimora. Sulle piante sostituite, la garanzia si rinnova fino a tutta la stagione vegetativa successiva.

Per quanto riguarda i prati, questi dovranno avere una garanzia di un anno dalla semina, dovranno essere riseminate le aree che, a giudizio della Direzione Lavori, non raggiungano sufficienti livelli di copertura, oppure riseminata l'intera area.

La garanzia di attecchimento viene estesa a tutto il periodo di manutenzione eventualmente previsto.

## **12. 3 IMPIANTO IRRIGAZIONE**

### **Caratteristiche dei materiali**

#### **Programmatori elettronici**

PROGRAMMATORE A BATTERIA MODELLO TBOS II A 2 STAZIONE Unità a batteria programmabile tramite idoneo telecomando, per il controllo di elettrovalvole dotate di solenoide in 9v; la programmazione può essere effettuata mediante trasmissione a raggi infrarossi, trasmissione radio ed eventualmente trasmissione remota; dotata di involucro impermeabile IP-68 che assicura un funzionamento affidabile anche sott'acqua.

#### **Tubazioni**

Tutte le tubazioni devono essere in PEad e Pebd con le seguenti caratteristiche:

Tubi in Polietilene ad Alta Densità (PEAD) per convogliamento di fluidi in pressione, a norme UNI 7611/76 e

7615/76 tipo 312, per pressioni di esercizio di 590 KPa (6 Kg/cm<sup>2</sup>), ammessi al marchio di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici (IIP) e con certificazione di qualità ISO9002, Per pressioni di esercizio di 980 KPa (10 Kg/cm<sup>2</sup>), ammessi al marchio di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici (IIP) e con certificazione di qualità ISO9002, compreso: – il picchettamento; – la posa in opera della tubazioni; – la fornitura ed il raccordo dei pezzi speciali e del materiale minuto; – il collaudo. E' compresa inoltre la raccorderia a compressione per tubazioni in polietilene, idonea per il convogliamento di fluidi in pressione, PN16 per i diametri fino a 63 mm., PN 10 per i diametri superiori a 75 mm., per temperature massime di esercizio di 20° C., costruita in polipropilene, con anello di serraggio in poliacetale, eventuale anello di rinforzo per attacchi filettati in acciaio inossidabile, conformi alle norme di costruzione vigenti, con marchio I.I.P minuto;

Condotte di derivazione con:

Tubazione in polietilene a Bassa Densità PN 6 Diametro esterno: 20,0 mm. Spessore: 1,6 mm. PEAD PN6 20; Tubazione in polietilene a Bassa Densità PN 6 Diametro esterno:32,0 mm. Spessore: 1,6 mm PEAD PN6 32 Tubazione in polietilene a Bassa Densità a PN 6 Diametro esterno: 40,0 mm. Spessore: 1,6 mm. PEBD PN6 40

Tubi in Polietilene ad Alta Densità (PEAD) PN 12,5 - PE 80 sigma 50 per convogliamento di fluidi in pressione, a norma UNI 10910, al progetto di norma Uniplast 966 (UNI 10953), alla norma ISO TR 10358 e rispondente alle prescrizioni della circolare n°102 del 02/12/78 del Ministero della Sanità. Per pressioni di esercizio di 980 KPa (10 Kg/cm<sup>2</sup>), ammessi al marchio di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici (IIP) e con certificazione di qualità ISO9002, compreso: – il picchettamento; – la posa in opera delle tubazioni; – la fornitura ed il raccordo dei pezzi speciali e del materiale minuto; – il collaudo. E' compresa inoltre la raccorderia a compressione per tubazioni in polietilene, idonea per il convogliamento di fluidi in pressione, PN16 per i diametri fino a 63 mm., PN 10 per i diametri superiori a 75 mm., per temperature massime di esercizio di 20° C., costruita in polipropilene, con anello di serraggio in poliacetale, eventuale anello di rinforzo per attacchi filettati in acciaio inossidabile, conformi alle norme di costruzione vigenti, con marchio I.I.P. ,certificato di qualità SQP ISO 9002 e materiale di consumo

Condotte di distribuzione con

Tubazione in polietilene ad Alta Densità PN 12,5 Diametro esterno: 63,0 mm. Spessore: 3,7 mm. Compresa la posa in opera a regola d'arte PEAD PN12,5 50 (SDR 11)

Tubazione in polietilene ad Alta Densità PN 10  $\delta$  80 Diametro esterno: 50,0 mm. Spessore: 3,0 mm. Compresa la posa in opera a regola d'arte PEAD PN10 50 (SDR 17)

Tubazione in polietilene ad Alta Densità PN 10  $\delta$  80 Diametro esterno: 25,0 mm. Spessore: 3,0 mm. Compresa la posa in opera a regola d'arte PEAD PN10 25 (SDR 17)

### Elettrovalvole

ELETTROVALVOLA P220 1" FEMMINA CON REGOLATORE DI PRESSIONE Elettrovalvola automatica a membrana, normalmente chiusa, per comando elettrico in 24 V., corpo in PVC anticorrosione, apertura manuale senza fuoriuscita di acqua di scarico, manutenzione semplificata dal numero ridotto di componenti, disponibile nei modelli con solenoide standard o con solenoide Quik-Link per il rapido collegamento dei cavi elettrici e nei modelli con o senza regolatore manuale di flusso, compreso: il tracciamento e lo scavo di trincea per l'alloggiamento; l'intercettazione della rete idrica; la regolazione del fondo dello scavo ed ogni altro accorgimento per assicurare un perfetto equilibrio statico; l'installazione della valvola; l'allacciamento alla rete idrica; il collegamento degli automatismi;

### Ala gocciolanti

Ala gocciolante autocompensante tipo "techline" PER SUBIRRIGAZIONE DA INTERRO

L'ala gocciolante autocompensante ha un gocciolatore in polietilene realizzato in un unico pezzo saldato sulla parete interna del tubo durante l'estrusione dello stesso.

Ha un'elevata affidabilità e precisione dovuta al gocciolatore autocompensante che, essendo provvisto di filtro in ingresso e di larghi passaggi, conferisce all'ala un'elevatissima resistenza all'occlusione e lo rende

utilizzabile anche con acque molto cariche e/o di bassa qualità, in campo di autocompensazione va da 5 a 40 m.c.a e compreso: – la fornitura dei materiali minuti; – la posa in opera a perfetta regola d'arte;

Ala gocciolante - Portata 2,3 lit/h, diam. 16 mm, distanza tra i gocciolatori 0,30 m, compresi i raccordi e i picchetti

#### Anello gocciolante

Anello gocciolante per alberi TIPO RB XF

atto all'interramento ai piedi dell'albero, al fine di procurare il minor impatto visivo possibile, formato dall'ala gocciolante autocompensante TECH-LINE e un anello di tubo drenante  $\varnothing$  50 per tutelare nel maggior modo possibile i gocciolatori dall'occlusione da parte delle radici.

Ha un'elevata affidabilità e precisione dovuta al gocciolatore autocompensante che, essendo provvisto di filtro in ingresso e di larghi passaggi, conferisce all'ala un'elevatissima resistenza all'occlusione e lo rende utilizzabile anche con acque molto cariche e/o di bassa qualità, ha un campo di autocompensazione compreso tra 5 e 40 m.c.a, compreso:

- la fornitura dei materiali minuti;
- la posa in opera a perfetta regola d'arte; compreso tubo corrugato drenante per interramento anello gocciolante

#### Irrigatori

Irrigatore dinamico in resina sintetica "Cycloc" a scomparsa, movimento a turbina idraulica con demoltiplicatore a bagno d'olio, molla di richiamo della torretta portaugelli in acciaio inossidabile, guarnizione parasabbia, valvola di drenaggio con protezione antigelo, completo di filtro, statore autoregolante, dotato di frizione per la determinazione dell'angolo di lavoro compreso tra 30° e 330° oppure a pieno cerchio, memorizzazione stabile dell'angolo impostato, ospita 9 ugelli cambiabili con una semplice rotazione da sopra l'irrigatore, con traiettoria variabile da 7° a 25°, con consumo idrico proporzionale all'angolo di lavoro, ugello plurigetto con possibilità di regolazione della gittata del getto maggiore non con rompigo ma con l'inclinazione dell'ugello con una semplice rotazione da sopra l'irrigatore, completamente smontabile dall'alto senza che sia necessario disinterrarlo o sconnetterlo dalla rete idrica, compreso: il picchettamento e l'intercettazione della rete idrica; il montaggio dell'irrigatore; la regolazione dell'angolo di lavoro

#### Pozzetti

Le elettrovalvole dovranno essere posizionate entro pozzetti, di misura definita nel E.P.U. in nylon fibra di vetro resistente ai carichi con coperchio di chiusura a battuta antisporco in colore verde e chiusura con bullone in acciaio inox antivandalo, posati sopra muro di mattoni pieni posati a secco. Il fondo del pozzetto dovrà essere in ghiaia lavata da consentire il drenaggio nel tempo.

La copertura, i chiusini e le caditoie, potranno essere "normali", nel caso di passaggio pedonale, e di tipo stradale, nel caso di passaggio di veicoli.

Sia nell'un caso che nell'altro, potranno essere metallici oppure di calcestruzzo armato e saranno dimensionati a seconda del carico e della luce libera in conformità di quanto prescritto all'articolo 6, paragrafo c), tenendo conto comunque, del carico concentrato di una ruota di autocarro pesante, nel caso di tipo "stradale".

I pozzetti d'ispezione avranno il fondo sagomato secondo il numero ed il diametro delle tubazioni di entrata e di uscita, particolare cura sarà posta nei raccordi con le tubazioni stesse.

I pozzetti saranno completati, secondo quanto richiesto in altra parte del Capitolato, con gli opportuni sifoni costituiti da pezzi speciali in conglomerato cementizio o da curve in cemento amianto oppure di grès ceramico, resina, ecc., di  $\Delta E$  uguale almeno al tubo servito. Dalla bocca del sifone al fondo, deve intercorrere uno spazio di almeno 40 cm..

Per il collegamento dei vari tronchi della rete, si costruiranno pozzetti simili a quelli per l'ispezione, salvo quanto verrà meglio specificato in altra parte del Capitolato.

I chiusini, con o senza controtelaio, e le caditoie in calcestruzzo, avranno perfetta sagomatura e saranno finite con cemento liscio; la battuta fra telaio, caditoia e controtelaio, sarà sagomata in modo da rendere facile la rimozione del manufatto per l'ispezione e la pulizia dei pozzetti. I chiusini del tipo "normale" saranno dotati di un anello in ferro ingrippato nel calcestruzzo e portato a fino del piano di camminamento in una apposita svasatura, quelli di tipo "stradale" saranno dotati di foro ad asola per l'uso di opportuna chiave a croce o da bullone libero, con vasta svasatura in ottone e ciò per permettere la presa nelle operazioni di estrazione del manufatto dal suo controtelaio.

L'Appaltatore dovrà presentare campione di ciascun tipo di chiusino o caditoia, alla Direzione dei Lavori, al fine di ottenere il benestare, prima della posa in opera restando comunque egli solo responsabile della buona riuscita del manufatto. Per quanto riguarda chiusini e caditoie metallici, si rimanda, a quanto detto per le opere in metallo, mentre per i chiusini con caditoie in ghisa con sifone incorporato nei chiusini, vale quanto detto per i chiusini "normali" e di tipo "stradale".

I chiusini ed i sifoni di esecuzione speciale, con telaio e controtelaio di ottone, con pavimentazione dello stesso materiale impiegato nei luoghi ove sono ubicati, saranno meglio descritti in altra parte del Capitolato. Si prescrive comunque, che il pavimento deve essere perfettamente uguale come materiale ed esecuzione a quello esistente all'intorno, sarà alla stessa quota e avrà lo stesso andamento, ed i giunti perfettamente allineati con quelli esterni.

#### Rete ausiliaria all'impianto

A complemento dell'impianto irriguo automatico dovrà essere prevista una rete di punti di presa di acqua (idranti) in grado di assolvere alle piccole richieste connesse con le operazioni colturali del verde e permettere agli operatori, e solo a loro, il prelievo di limitati volumi di acqua mettendo in pressione questa rete, automaticamente, solo negli orari normali di lavoro. Al di fuori di tale fascia oraria tutta la rete deve rimanere esclusa dall'alimentazione idrica e quindi non in pressione.

L'idrante dovrà essere realizzato in bronzo con molla di richiamo in acciaio inox e coperchio in gomma di colore giallo con scatto di chiusura. La rete di idranti dovrà essere fornita chiave di prelievo dovranno essere in bronzo, con attacco a baionetta con piano inclinato. L'altezza dell'idrante sarà di 14 cm. e la pressione massima di esercizio dovrà essere di 8,5 atm.

#### Idranti a presa rapida

Idrante ad attacco rapido, composto da valvola a clapet accoppiabile ad una chiave con attacco a baionetta, in plastica, coperchio in plastica per impedire l'ostruzione del foro a chiave non inserita, guarnizione in gomma:

Valvola a clapet con: Calibro: 3/4' Attacco: 3/4' Coperchio: plastica IDRANTE PLASSON ø3/4'

Chiave di accoppiamento per valvola a clapet: Calibro: 3/4' Attacco M: 3/4' CHIAVE DI PRESA PLASSON ø3/4'

## **Messa in opera Impianto Irrigazione**

### **Tubazioni**

Il passaggio delle tubazioni deve rispettare, nelle sue linee generali il piano di progetto salvo il caso in cui particolari situazioni logistiche non ne impediscano la realizzazione: in nessun caso, comunque, il variare di tale percorso può dare origine a revisione di prezzi salvo il caso in cui per motivi particolari si debbano effettuare variazioni sensibili ad esempio nella profondità degli scavi, nel rinfianco delle tubazioni, nella loro protezione o quando impedimenti per ostacoli sotterranei debbano comportare variazioni dei materiali stessi.

Variazioni rispetto alle indicazioni di progetto possono essere apportate dall'appaltatore quando alberature o piccoli ostacoli presenti sulla superficie del terreno determinino variazioni non significative rispetto al previsto. In ogni caso ogni variazione che non rientri in questo ultimo caso deve essere preventivamente autorizzata dalla DL senza che per questo possa, salvo i casi previsti, originare revisione di spesa.

Tutte le tubazioni devono essere poste in opera secondi i dettami forniti dal produttore alle profondità precedentemente indicate. Eventuali curvature sia orizzontali che verticali devono rientrare nel campo delle tolleranze indicate dal fabbricante. In nessun caso si dovranno effettuare curve diverse da quelle permesse da catalogo mediante il riscaldamento o la forzatura meccanica delle tubazioni. Al termine di ogni giornata di lavoro tutte le estremità libere delle tubazioni devono essere chiuse in modo da impedire l'ingresso di materiale estraneo.

Su indicazione della D.L. eventuali differenze dei livelli di posa riscontrate rispetto a quelle sopra stabilite devono essere corrette portando lo scavo alla giusta quota di posa; in ragione di ciò, prima di effettuare il rinterro si dovrà ricevere debita approvazione su quanto eseguito. Qualora particolari condizioni del sottosuolo non consentano il rispetto della quota stabilita si dovrà dare tempestiva segnalazione alla D.L. e, in accordo con questa, prendere le opportune decisioni in merito all'innalzamento o alla variazione del percorso da far seguire alla tubazione. In ogni caso questo non potrà costituire pretesto per la richiesta di variazione di prezzo.

Per quanto concerne la messa in opera occorrerà provvedere alla formazione di un letto di posa, formato da uno strato di materiale incoerente quale sabbia o terra sciolta e vagliata, di spessore non inferiore a cm.10, sul quale verrà posato il tubo che verrà poi rinfiancato per uno spessore non inferiore a 15 cm.

Il riempimento successivo potrà essere realizzato con il materiale di risulta dello scavo stesso per strati successivi costipati. Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi, questi devono essere controllati per eventuali difetti e puliti alle estremità. I tubi dovranno essere tagliati perpendicolarmente all'asse.

Gli accessori, quali saracinesche, valvole o simili, devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi. Sopra le condotte dovranno essere posizionati nastri segnaletici che facilitino l'individuazione in caso di manutenzione.

Le prove idrauliche verranno effettuate su tratte di lunghezza a scelta della DL ed a giunti scoperti con l'onere per l'impresa del rinterro in due tempi. Per tali prove si procederà al riempimento dal punto più depresso installandovi un manometro lasciando aperti rubinetti e sfiati per la fuoriuscita dell'aria. Riempita la tratta la si metterà in pressione, a mezzo di una pompa, salendo gradualmente di un Kg/cm<sup>2</sup> al minuto fino al raggiungimento della pressione di esercizio mantenuta per il tempo necessario all'asestamento dei giunti e l'eliminazione di perdite che non prevedono lo svuotamento delle condotte. In seguito, si porterà la pressione al limite della prova idraulica, ovvero 1,5 volte la pressione nominale, isolando la condotta dalla pompa per un periodo di tempo pari ad una ora. Nel caso di caduta di pressione occorrerà accertarsi che il quantitativo d'acqua necessario a ripristinare la pressione di prova non sia superiore al valore di 0,125 litri per ogni Km di condotta, ogni 3 bars ed ogni 25 mm. di diametro.

Solo in seguito al superamento di questa fase si procederà al collaudo per 12 ore lasciando la tratta alla pressione di collaudo (1,5 la pressione nominale). Alla fine del periodo si verificherà che il quantitativo d'acqua necessario al ripristino della pressione non sia superiore a quello necessario del precedente ripristino riferito ad una ora moltiplicato per 12.

#### Pozzetti

I pozzetti per valvole master ed elettrovalvole dovranno essere montati su basamento di mattoni a secco con drenaggio in ghiaia sul fondo.

#### Cavidotti

Tutti i cavi elettrici devono essere inseriti entro cavidotti separati a seconda delle caratteristiche dei singoli conduttori. I cavidotti devono essere posti entro lo stesso scavo delle condotte di alimentazione, parallelamente ed immediatamente al disopra.

#### Cavi elettrici

Tutti i cavi elettrici dovranno rispettare le norme di legge che ne regolano l'impiego ed essere alloggiati entro cavidotto. L'eventuale giunzione del cavo di alimentazione dei programmatori deve essere fatta per mezzo di connettori stagni a tubo e resina siliconica e deve trovarsi comunque in un pozzetto.

I percorsi dei cavi dovranno essere segnalati da una rete di avviso da installare a circa 20 centimetri al di sopra del limite superiore dei relativi cavidotti. Tutti i passaggi dei cavi relativi devono essere segnalati con l'interposizione di una rete di segnalazione da ubicare a ca. 20 centimetri al di sopra dei relativi cavidotti.

#### Messa a terra

Ciascun programmatore deve essere corredato da una propria messa a terra da realizzarsi mediante una o più paline in acciaio o rame, collegate tra loro mediante corda nuda in rame da 16 mmq in modo da ottenere una resistenza alla dispersione al massimo di 10 Ohm.

#### Elettrovalvole

Il collegamento tra le elettrovalvole e le saracinesche di esclusione dovrà essere realizzato con l'impiego di un raccordo a tre pezzi in grado di assicurare lo smontaggio del corpo della elettrovalvola senza dover manomettere il pozzetto né la tubazione ad essa collegata.

#### Idranti

Gli idranti, punti di presa manuali a complemento dell'impianto irriguo, devono essere installati su giunto snodato con parte terminale in acciaio zincato bloccata in opera, alla quota del piano campagna per mezzo di un basamento in cls di dimensione tale da assicurarne l'inamovibilità.

Le posizioni di tutti gli idranti devono essere rispondenti alle indicazioni del progetto esecutivo. Nel caso si dovessero introdurre delle variazioni di dislocazione si raccomanda l'approvazione preventiva della DL ma in ogni caso non si dovranno distaccare dai vialetti pedonali in posizione facilmente accessibile agli operatori.