

Progettazione esecutiva del consolidamento
della spalla riva sx idraulica del Ponte sul Fiume
Arno tra le località Marcignana e Bassa
SP 11 - "Pisana per Fucecchio"

CIG: Z812796179



PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE TECNICO DESCRITTIVO

TAVOLA N.

R.04

NOME FILE: R.01-R12

Data redazione elaborato:

C.U.P.:

PRATICA N.

Aprile 2019

R.U.P.: Ing. Carlo Ferrante

PROGETTISTA:

Ing. Daniele Storai
Via Catani 28/c
59100 Prato

COLLABORATORI:

ACS Ingegneri
Via Catani 28/c 59100 Prato

BFIngegneria
Via Vasco de Gama Firenze 89 -50129 Firenze

CSP (SICUREZZA):

Ing. Alberto Antonelli

GEOLOGIA:

Dr. Gianni Focardi

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
 OPERE STRUTTURALI		
2	OPERE STRADALI.....	4
3	TRACCIAMENTI	4
4	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	4
4.1	NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	4
4.2	ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO	5
4.3	MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE	5
4.4	ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	6
5	SCAVI, DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E RINTERRI	7
5.1	PRESCRIZIONI GENERALI	7
5.2	TRACCIAMENTI E VERIFICHE	7
5.3	DEMOLIZIONI E RIMOZIONI	8
5.4	MOVIMENTI DI TERRE.....	8
6	FONDAZIONI PROFONDE	11
6.1	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	11
6.2	DEFINIZIONE, CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE.....	11
6.2.1	SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE	11
6.3	TOLLERANZE GEOMETRICHE.....	11
6.4	TRACCIAMENTO	11
6.5	PERFORAZIONE	12
6.6	ARMATURE TUBOLARI.....	12
6.7	FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO.....	12
6.8	RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE	12
6.9	CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI	12
6.10	CONTROLLI	12
6.11	MISURE DEL PESO SPECIFICO	13
6.12	DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI.....	13
6.13	PROVE DI CARICO	13
6.14	CONTROLLI NON DISTRUTTIVI	14
7	OPERE IN C.A.....	16
7.1	COMPOSIZIONE E INFORMAZIONI.....	16
7.2	TRASPORTO ED ESECUZIONE	17
7.3	CASSEFORME	19
7.4	CAMPIONATURE E PROVE.....	19
7.5	ARMATURE	20
7.6	TOLLERANZE DEI GETTI	22
8	CARPENTERIA METALLICA (CM).....	24
9	OPERE FINITURA E VARIE.....	29

OPERE STRADALI

10 OPERE STRADALI.....	30
11 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	30
11.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	30
11.2 PROVE DEI MATERIALI	32
12 OPERE STRADALI.....	33
12.1 TRACCIAMENTI E VERIFICHE	33
12.2 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI.....	33
12.3 MOVIMENTI DI TERRE	34
12.4 MATERIALI PER RILEVATI	34
12.5 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI E DELLA FONDAZIONE STRADALE	35
12.6 SOVRASTRUTTURA STRADALE	36
12.6.1 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE.....	36
12.6.2 STRATO DI BASE IN GRANULATI DI FRANTUMAZIONE	37
12.6.3 STRATI DI FONDAZIONE O DI BASE IN MISTO CEMENTATO	38
12.6.4 BANCHINE - PAVIMENTAZIONE DI STRADE SECONDARIE	41
12.6.5 STRATO BITUMINOSO DI MISTO BITUMATO,BASE, BINDER, TAPPETO D’USURA	41
13 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE.....	51
13.1 CARATTERISTICHE TECNICHE SEGNALETICA VERTICALE	51
13.2 CARATTERISTICHE TECNICHE SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	52

1 PREMESSA

Relativamente alle Specifiche di Esecuzione dei lavori si rimanda per intero a quanto contenuto nel Capitolato Speciale generale relativo al GLOBAL SERVICE DI GESTIONE E MANUTENZIONE DI PARTE DELLA RETE VIARIA DI COMPETENZA DELLA PROVINCIA DI FIRENZE con riferimento alla determinazione dirigenziale n. 2436 del 28.12.2011 con la quale veniva affidato il servizio al RTI composto da AVR Spa in qualità di Capogruppo e dalla imprese mandanti Sodi Strade Srl, Smart Engineering Srl.

Il presente documento costituisce pertanto elaborato specifico inerente le lavorazioni relative ai lavori di “CONSOLIDAMENTO DELLA SPALLA RIVA SINISTRA IDRAULICA DEL PONTE SUL FIUME ARNO TRA LE LOCALITÀ DI MARCIGNANA E BASSA SP 11 – PISANA PER FUCECCHIO” rimandando al documento generale per quanto non espressamente rappresentato.

Il presente CSA è stato suddiviso per facilità di comprensione e lettura in 2 parti:

- OPERE STRUTTURALI
- OPERE STRADALI

OPERE STRUTTURALI

2 OPERE STRADALI

3 TRACCIAMENTI

Prima di porre mano ai lavori quando possibile e quindi durante l'esecuzione dei lavori, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti e la posizione della nuova costruzione. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che dovesse indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione il corretto posizionamento planoaltimetrico delle strutture, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

Al fine del posizionamento della nuova struttura l'Impresa dovrà eseguire il rilievo topografico e tracciare la nuova struttura secondo le indicazioni di tracciamento del progetto stradale e strutturale.

Sarà onere dell'Impresa la modifica eventuale delle dimensioni di progetto per la compatibilità planimetrica ed altimetrica delle nuove strutture con quelle esistenti.

Il rilievo topografico di cui sopra si intende compreso e compensato nei prezzi di appalto.

4 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

4.1 NORME GENERALI - IMPIEGO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti per la costruzione delle opere, proverranno da ditte fornitrici o da cave e località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di cui ai seguenti articoli.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo.

L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza, da parte della Direzione dei Lavori, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

In attuazione del Decreto del Ministero dell'ambiente 8 maggio 2003, n. 203 e dei relativi provvedimenti attuativi di natura non regolamentare, la realizzazione di manufatti e la fornitura di beni riportati di seguito, purché compatibili con i parametri, le composizioni e le caratteristiche prestazionali stabiliti con i predetti provvedimenti attuativi, deve avvenire mediante l'utilizzo di **materiale riciclato** utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione del materiale medesimo.

I manufatti e i beni di cui al comma precedente sono i seguenti:

- a) sottofondi stradali, ferroviari, aeroportuali e di piazzali civili e industriali;
- b) strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, etc.);

c) calcestruzzi con classe di resistenza $R_{ck} \leq 15$ Mpa, secondo le indicazioni della norma UNI 8520-2, mediante aggregato riciclato conforme alla norma armonizzata UNI EN 12620:2004.

L'appaltatore è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, 58 quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.

L'appaltatore deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli articoli da 181 a 198 e agli articoli 214, 215 e 216 del decreto legislativo n. 152 del 2006.

4.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

a) Acqua - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di grassi o sostanze organiche 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 delle norme tecniche vigenti; le calci idrauliche dovranno altresì corrispondere alle prescrizioni contenute nella legge 595/65 (Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici), ai requisiti di accettazione contenuti nelle norme tecniche vigenti, nonché alle norme UNI EN 459-1 e 459-2.

c) Cementi e agglomerati cementizi.

1) Devono impiegarsi esclusivamente i cementi previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 e UNI EN 197-2.

2) A norma di quanto previsto dal Decreto 12 luglio 1999, n. 314 (Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi), i cementi di cui all'art. 1 lettera A) della legge 595/65 (e cioè cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 595/65 e all'art. 59 del d.P.R. 380/2001 e s.m.i. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

3) 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.

d) Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti; qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme tecniche vigenti.

e) Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati dall'umidità e da agenti degradanti. Per l'accettazione valgono i criteri generali dell'articolo "Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali" e le condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti.

f) Sabbie - Le sabbie dovranno essere assolutamente prive di terra, materie organiche o altre materie nocive, essere di tipo siliceo (o in subordine quarzoso, granitico o calcareo), avere grana omogenea, e provenire da rocce con elevata resistenza alla compressione. Sottoposta alla prova di decantazione in acqua, la perdita in peso della sabbia non dovrà superare il 2%.

La sabbia utilizzata per le murature, per gli intonaci, le stuccature, le murature a faccia vista e per i conglomerati cementizi dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera. E' assolutamente vietato l'uso di sabbia marina.

I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione.

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 459 - UNI EN 197 - UNI EN ISO 7027-1 - UNI EN 413 - UNI 9156 - UNI 9606.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

4.3 MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

1) Tutti gli inerti da impiegare nella formazione degli impasti destinati alla esecuzione di opere in conglomerato cementizio semplice od armato devono corrispondere alle condizioni di accettazione stabilite dalle norme vigenti in materia.

2) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

3) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione la Direzione dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "*Norme Generali - Accettazione Qualità ed Impiego dei Materiali*", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, UNI EN 480 (varie parti).

4) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e relative circolari esplicative.

Per quanto non espressamente contemplato, si rinvia alla seguente normativa tecnica: UNI EN 934 (varie parti), UNI EN 480 (varie parti), UNI EN 13055-1.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

4.4 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI EN 771.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 14 gennaio 2008 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

5 SCAVI, DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E RINTERRI

Preparazione dell'area di cantiere con rimozione delle eventuali interferenze, eliminazione delle piante interferenti di qualsiasi dimensione, eliminazione delle canne e degli arbusti, preparazione delle piste di cantiere come da layout di progetto.

Demolizione di strutture in calcestruzzo.

Scotico del piano di campagna compreso l'asportazione delle piante erbacee ed arbustive e relative radici, escluse ceppaie d'albero di alto fusto, compreso l'allontanamento dei materiali di risulta alle pubbliche discariche od aree indicate dalla D.L. fino alla distanza di 20 km per profondità fino a 30 cm.

Scavo di sbancamento ed a sezione ristretta eseguito con mezzi meccanici in terreno di media consistenza con carico trasporto e scarico alle pubbliche discariche o in aree indicate dalla DL fino ad una distanza di 20km.

Reinterro e riempimenti.

Compenso per il conferimento a discarica del materiale di scavo non altrimenti riutilizzato.

5.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate dello scavo raggiungano l'inclinazione che ne assicuri la stabilità o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando essa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartite. L'Impresa dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorra, con canali fuggatori. Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei lavori, per i rinterri o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto accettato dalla Direzione dei Lavori e provviste delle necessarie puntellature, per essere poi riprese a tempo opportuno. Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori, si impiegheranno in generale, 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 adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Impresa crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

Per i rinterri da addossarsi ai muri o cordoli, si dovranno impiegare le terre derivanti dagli scavi nella misura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori; nel caso sia da integrare il materiale la fornitura e la posa dell'eccedenza è già compresa e compensata nel prezzo a forfait.

Nella formazione dei suddetti rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per gli scavi e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

5.2 TRACCIAMENTI E VERIFICHE

Prima di porre mano ai lavori di qualunque genere, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti delle lavorazioni. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che dovesse indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

L'Impresa dovrà procedere al tracciamento delle opere in c.a., pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti e, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Prima di procedere con qualsiasi lavorazione l'Impresa è obbligata a sue spese alla riverifica di dettaglio del rilievo di progetto, al confronto con le indiazioni di progetto ed all'eventuale, se necessario, adeguamento del progetto esecutivo alle specifiche ritrovate dello stato di fatto. Dovranno essere segnalati immediatamente eventuali manufatti, impianti, servizi o sottoservizi interferenti con le lavorazioni e l'Impresa provvederà immediatamente all'adeguamento progettuale, allo

spostamento se necessario degli impianti, dei servizi o sottoservizi, al loro mantenimento funzionale ed al loro ripristino immediato quando la loro interferenza non sia più di ostacolo ai lavori. Tutto ciò è compensato nei prezzi offerti nel forfait e resta a completo carico dell'Appaltatore.

5.3 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni e rimozioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

Nel caso di rimozione di recinzioni o parapetonali l'Impresa provvederà allo smontaggio senza danneggiamento, all'accatastamento ed al trasporto/scarico presso luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori o dall'Amministrazione. Nel caso che l'Amministrazione non sia interessata al materiale proveniente dalla rimozione, il materiale resta di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

5.4 MOVIMENTI DI TERRE

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi alle fondazioni delle passerelle, alle strutture delle rampe, a quelle delle rampe di collegamento e dei percorsi pedonali.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori e dagli elaborati di progetto.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggitori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. li marzo 1988 (5.0. alla G.U. n. 127 dell'01.06.1988).

I materiali di provenienza degli scavi, ove non previsti riutilizzati all'interno del cantiere, saranno trasportati e smaltiti a carico dell'impresa.

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature. Sarà obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati, durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo, i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, nel rispetto delle norme vigenti, del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. e del D.M. n. 161/2012 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo", dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le

sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese e poi trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

E' vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza

delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Appaltatore.

Nella effettuazione dei rinterri l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quando prevista dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi secondo UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1:

A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;

A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO. Per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm² su ogni strato finito.

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 secondo UNI EN 13285, UNI EN ISO 14688-1.

Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere eseguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cm².

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

6 FONDAZIONI PROFONDE

Approntamento e smontaggio di cantiere per micropali considerato a seconda della necessita' in relazione alle quantita' di micropali da eseguire, comprendente: trasporti da e per la rimessa, piazzamenti, montaggi e smontaggi di perforatrice, attrezzature di perforazione, compressore, impianto miscelazione-iniezione, silos e serbatoi, pompe, container spogliatoio, servizi igienici, gruppo elettrogeno, attrezzatura ossiacetilenica e d'officina, silos, sollevatore telescopico per tubi d'armatura: per cantieri fino a 1000 m di micropali

Micropalo con andamento verticale o inclinato entro 20° dalla verticale compreso rivestimento provvisorio eseguito mediante perforazione a rotazione e successiva iniezione, a gravità o bassa pressione, di miscela o malta cementizia dosata a q.6 di cemento per metro cubo di impasto fino a due volte il volume teorico del foro per diametro esterno pari a 220-259 mm.

Armatura metallica per micropali in tubi di acciaio S 355, congiunti a mezzo saldatura o manicotto filettato

Le prove di carico come di seguito esplicitate, secondo le indicazioni della DL e del Collaudatore.

6.1 PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possano recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

6.2 DEFINIZIONE, CLASSIFICAZIONE E CAMPI DI APPLICAZIONE

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore o uguale a 300 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) Riempimento a gravità;
- tipo b) Riempimento a bassa pressione;
- tipo c) Iniezione ripetuta ad alta pressione.

La modalità di riempimento prevista dal progetto è quella tipo b)

6.2.1 SOGGEZIONI GEOTECNICHE E IDROGEOLOGICHE

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto, a cura e spese dell'Impresa, mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né saranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

6.3 TOLLERANZE GEOMETRICHE

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite, sentito il Progettista, dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

6.4 TRACCIAMENTO

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura ed onere, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

6.5 PERFORAZIONE

La perforazione, eseguita mediante rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

La perforazione sarà eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo; tale rivestimento in camicia metallica si intende compreso nel prezzo di esecuzione.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore. Il materiale di risulta dovrà essere portato a rifiuto dopo aver trattato i fanghi secondo le leggi vigenti.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

6.6 ARMATURE TUBOLARI

Si useranno tubi di acciaio, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo dovranno essere ottenute mediante manicotti filettati.

I tubi di armatura saranno dotati di fori per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 2 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

6.7 FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta.

Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinta.

E' compresa nella fornitura la saldatura alla testa del micropalo delle staffe di collegamento alla fondazione in c.a.

6.8 RIEMPIMENTO A BASSA PRESSIONE

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento entro il rivestimento provvisorio tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5-0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 3-4 m di rivestimento da estrarre per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali o comunque ridurre la pressione di invio.

6.9 CARATTERISTICHE DELLE MALTE E PASTE CEMENTIZIE DA IMPIEGARE PER LA FORMAZIONE DEI MICROPALI

Classe di resistenza: > 25/30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

6.10 CONTROLLI

Il controllo della profondità dei perfori, rispetto alla quota di sottoplinta, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

B) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $< 0,10$ m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico mediante la bilancia descritta successivamente e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata di diametro > 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 h non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad 1 ogni 10 pali, o frazione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

6.11 MISURE DEL PESO SPECIFICO

Si userà di regola una bilancia (pesa di Baroid) che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore.

Quest'ultimo una volta riempito sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che della miscela fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere di ± 5 g/l.

6.12 DOCUMENTAZIONE DEI LAVORI

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione (detta "A");
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura (detta "B");
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e classe di resistenza a compressione.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello che dovrà essere trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

6.13 PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità di cui al punto 6.4 del D.M. 14 gennaio 2008.

Sui pali di fondazione devono essere eseguite prove di carico statiche di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove devono pertanto essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,

il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Poiché tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a quel valore del carico per il quale si raggiunge la condizione di rottura del terreno. Ove ciò non sia possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori sino a 2,5 volte.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione, la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3.0 m e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di 2.0 m dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

6.14 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi. Nei fori si dovranno inoltre eseguire delle misure inclinometriche, al fine di ricavare la distanza tra foro trasmettente ed il foro ricevente.

I tubi saranno solidarizzati all'armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro < 1200 mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'impasto.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0÷5,0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

7 OPERE IN C.A.

Conglomerato cementizio con C12/15: per magroni, sottofondi di consistenza plastica

Conglomerato cementizio (confezionato in cantiere o preconfezionato) a prestazione garantita con C32/40 per opere in fondazione ed elevazione compreso sollevamento: classe di esposizione XD1-XC4, classe di consistenza S4 oppure S5, rapporto acqua/cemento < 0.50. Nel prezzo si intende compreso il trattamento di lisciatura superficiale delle aree di camminamento dove eventualmente indicato dal progetto.

Conglomerato cementizio (confezionato in cantiere o preconfezionato) a prestazione garantita, classe di esposizione ambientale XD1-XC2, esposto a corrosione indotta dai cloruri (esclusa acqua di mare) per ambiente con umidità moderata classe di resistenza caratteristica C28/35 - consistenza S4

Costi aggiuntivi per pompaggio del calcestruzzo e noleggio e piazzamento di pompe autocarrate.

Acciaio ad aderenza migliorata sagomato in cantiere: tipo Fe B 450 C controllato

Casseforme in legno con tavole a filo sega compresi puntelli e disarmo: per getti di fondazioni isolate quali plinti, dadi e per getti in elevazione

Esecuzione di fori in strutture di qualsiasi genere, forma e consistenza, a qualsiasi altezza e profondità, diametro variabile tra mm 12 e 25, con qualsiasi giacitura, eseguiti con le necessarie cautele per evitare danni a costruzioni prossime o contigue, da compensare in base al diametro ed alla lunghezza della perforazione eseguita. Sono compresi: le armature; la foratura che deve essere eseguita con trapano; l'aria compressa per la pulizia del perforo con divieto di impiego di acqua; l'ausilio di altre operazioni se necessarie; la fornitura ed il fissaggio con resine epossidiche applicate con idonee apparecchiature (pistola e cartuccia), del tondino in ferro B450C. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per ogni centimetro di diametro, per ogni metro di lunghezza. Fori in murature di pietrame e/o conglomerati cementizi.

L'Appaltatore è tenuto a dare completezza alle indicazioni progettuali di contratto attraverso la redazione di disegni costruttivi e di dettaglio e delle schede ferri delle barre di armatura; in particolare essa ha l'onere di presentare alla Direzione Lavori, prima di ogni esecuzione, i dettagli costruttivi con onere da ritenersi compensato nei prezzi offerti.

Tutti i calcestruzzi prodotti dall'Appaltatore devono corrispondere alle Norme Tecniche per le costruzioni in conglomerato cementizio di cui alla legge 1086 del 5 novembre 1971, al D.M. 17 gennaio 2018 ed alle norme tecniche in vigore all'atto della costruzione ed avere inoltre tutti i requisiti richiesti dal Committente e dalla D.L.

Tutta la documentazione tecnica relativa alle opere in calcestruzzo armato ed alle strutture metalliche, nonché le eventuali varianti adottate in corso d'opera, dovrà essere depositata presso gli uffici regionali del Genio Civile in ottemperanza alla Legge 1086/71 e 64/74 e successive modificazioni.

Le norme di esecuzione descritte nei punti seguenti si riferiscono a tutti indistintamente i calcestruzzi impiegati nelle opere oggetto dell'Appalto.

7.1 COMPOSIZIONE E INFORMAZIONI

La composizione dei diversi tipi di calcestruzzo deve in linea generale, essere proposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della D.L.

Le composizioni devono essere studiate con il criterio di adottare il minimo rapporto acqua/cemento che sia compatibile con l'ottenimento di un prodotto che soddisfi ai seguenti requisiti:

- all'atto della posa sia lavorabile in ogni punto e specialmente attorno alle armature, e compattabile, con i previsti mezzi, in una massa omogenea ed isotropa;
- fornisca, alle scadenze prescritte, un materiale impermeabile e compatto, le cui serie di provini raggiungano le caratteristiche richieste negli elaborati esecutivi o indicate dalla D.L.

Per la confezione dei calcestruzzi l'Appaltatore di norma si dovrà rifornire di calcestruzzo preconfezionato da impianti regolarmente autorizzati e certificati; in alternativa è tenuto a provvedere all'installazione ad all'esercizio, in posizione approvata dalla D.L., di un moderno impianto meccanico di betonaggio atto a produrre calcestruzzo della qualità prescritta e in quantità sufficiente al rispetto del programma cronologico di esecuzione.

Il produttore, prima di scaricare il calcestruzzo, deve consegnare all'utilizzatore una bolletta dove, per ogni carico, saranno indicate le seguenti informazioni minime:

- denominazione dell'impianto di betonaggio;
- numero di serie della bolletta,
- data e ora di carico, misurata del momento del primo contatto tra cemento ed acqua;

- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- specifiche, dettagli o riferimenti alle specifiche;
- quantità di calcestruzzo fornita;
- denominazione o marchio dell'organismo di certificazione, se previsto.

Inoltre, per il calcestruzzo a prestazione:

- classe di resistenza;
- classe di esposizione o corrispondenti limitazioni nella composizione;
- classe di consistenza;
- tipo di classe e resistenza del cemento;
- diametro massimo dell'aggregato;
- tipi di additivo ed aggiunte, se utilizzati;
- caratteristiche speciali.

O in alternativa, per il calcestruzzo a composizione:

- dettagli della composizione;
- diametro massimo dell'aggregato;
- classe di consistenza.

In ogni caso l'impianto deve permettere di dosare a peso tutti materiali solidi ed assicurare l'omogeneità degli impasto. Esso deve essere predisposto in modo da consentire rapide variazioni nelle proporzioni dei componenti.

L'impianto deve poter dosare i componenti con le seguenti tolleranze:

- 5% per ciascuna classe di inerte;
- 1% per il cemento e l'acqua.

La dosatura dell'acqua può essere eseguita a peso o a volume e deve in ogni caso consentire la variazione del quantitativo dell'acqua di impasto in relazione alla maggiore o minore umidità superficiale dei materiali inerti onde assicurare la costanza del rapporto acqua/cemento approvato o prescritto dalla D.L.

Sono a totale carico dell'Appaltatore tutti i provvedimenti atti ad assicurare che la temperatura del calcestruzzo all'uscita delle betoniere e all'atto della posa in opera si mantenga fra 5°C e 30°C.

7.2 TRASPORTO ED ESECUZIONE

Nell'esecuzione delle opere in c.a. gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto; il getto deve essere convenientemente compattato; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 5°C, salvo il ricorso ad opportune cautele e additivi da concordare con la D.L.;

L'Impresa dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori se richiesto dallo stesso DL:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie e provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori.

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

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

La durata massima consentita del trasporto dipenderà essenzialmente dalla composizione del calcestruzzo e dalle condizioni atmosferiche; all'atto dello scarico dovrà essere controllata l'omogeneità dell'impasto con le caratteristiche richieste. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

Questi ultimi, una volta rifiutati, non potranno essere oggetto d'eventuali "correzioni" ma dovranno essere definitivamente ed insindacabilmente riposti nell'apposito sito predisposto dall'Impresa.

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

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

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

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

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa d'opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità d'applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data d'inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando dovessero impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione.

I vibratorii potranno essere inerti (per vibratorii a lamiera o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o delle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta umida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

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

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

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

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti saranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo.

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

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

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

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata; gli eventuali giunti di costruzione saranno sigillati, così come previsto nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti siano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni, durante le ore notturne ed anche in giornate festive, senza che all'Impresa non spetti nulla di più di quanto previsto contrattualmente.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico.

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

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

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

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

Durante il periodo della stagionatura, i getti dovranno essere riparati da possibilità d'urti, vibrazioni e sollecitazioni d'ogni genere.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze e comunque mai prima di 48 (quarantotto) ore.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso d'esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera d'apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere d'interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni d'opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere d'adattamento d'infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Il copriferro dovrà essere quello indicato in progetto.

7.3 CASSEFORME

Per le casseforme l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo con particolare riferimento al tipo di finitura previsto per i getti faccia vista nel progetto architettonico.

Le casseforme in legno dovranno essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti.

7.4 CAMPIONATURE E PROVE

Per la campionatura dei getti è necessario in linea generale un prelievo di due cubetti ogni 100 mc di getto o giornata di getto, con un minimo di tre prelievi, come previsto dalla legge 5/11/1971, dal D.M. 14 gennaio 2008.

Nelle costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea si può effettuare un controllo statistico, consistente nel prelievo di due campioni giornalieri per un minimo di 15 prelievi su 1500 mc di getto. Il controllo va eseguito con frequenza non minore di uno ogni 1500 mc di getto.

L'Appaltatore è tenuto, con proprio personale ed a proprie spese, a prelevare il calcestruzzo nei punti indicati dalla D.L. ed a trasportarlo nel più breve tempo possibile nei luoghi del cantiere pure stabiliti dalla D.L. ove deve confezionare i provini.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato

nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;

- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato

nel successivo § 11.2.6 del D.M. 14 gennaio 2008.

Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa ad insindacabile giudizio del D.L..

Le spese inerenti l'esecuzione delle prove, anche non sopra menzionate ma richieste dal DL o dal collaudatore, si intendono compensate nei prezzi di appalto.

Tutto quanto sopra e di seguito riportato si intende compreso e compensato nei prezzi di appalto.

7.5 ARMATURE

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 14 gennaio 2008) e relative circolari esplicative.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

I tondi d'acciaio devono essere puliti e senza traccia alcuna di ruggine, di pittura, di grasso, di cemento o di terra. Il calcestruzzo deve essere gettato in modo da avvolgere tutta la superficie dell'armatura con adeguato spessore.

Le piegature devono essere effettuate a freddo, a meno di specifica autorizzazione che sancisca le modalità di piegatura a caldo, con i raggi di curvatura mai inferiori a quelli minimi previsti dalle norme.

Le armature saranno posizionate nei casseri conformemente alle indicazioni dei disegni di progetto ed alle norme, per quanto concerne il copriferro minimo, in modo da evitare qualsiasi spostamento al momento del getto ed essere conformi alla resistenza al fuoco richiesta.

La D.L. può ordinare che la continuità delle armature sia assicurata mediante manicotti filettati e/o saldatura semplice o doppia ed anche mediante saldatura di testa: dopo tali operazioni i ferri devono risultare disposti rigorosamente sullo stesso asse.

Le armature devono corrispondere ai disegni costruttivi per forma, dimensioni e qualità dell'acciaio. La D.L. si riserva la facoltà di impiegare tondi di qualsiasi diametro ed acciaio di qualsiasi qualità e pertanto l'Appaltatore deve predisporre un deposito adeguatamente assortito sia per i diametri che per qualità.

L'Appaltatore è tenuto alla redazione dei dettagli costruttivi e liste ferri di tutte le opere da realizzarsi.

Tutte le prove previste di trazione e piegamento sulle barre di armature dovranno essere previste secondo le indicazioni delle vigenti Normative.

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1):

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Vedi anche disciplinare tecnico opere strutturali

La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione.

Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:

- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento, e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate.

Il prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte della Direzione dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni, e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il caso della unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni della Direzione dei Lavori per le prove di laboratorio

Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.

In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori.

Conservazione della documentazione d'accompagnamento

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.

Ove i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e la Direzione dei Lavori.

Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e la Direzione dei Lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.

Forniture e documentazione di accompagnamento: Attestato di Qualificazione

Le nuove norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale (D.M. 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.1.5).

L'Attestato di Qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

La Direzione dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 14 gennaio 2008 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

Rintracciabilità dei prodotti

Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Documentazione di accompagnamento e verifiche della Direzione dei Lavori

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;

- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

La Direzione dei Lavori è tenuta a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

7.6 TOLLERANZE DEI GETTI

Nell'esecuzione dei getti delle opere in conglomerato cementizio si dovranno rispettare le seguenti tolleranze di esecuzione

Tutte le dimensioni degli elementi in genere	+5 mm	-5 mm
Dimensioni degli elementi in c.a. prefabbricati	+5 mm	-50 mm

Superficie superiore fondazioni.	+10 mm -10 mm (basso)
Fuori piombo colonne in c.a. nell'interpiano tipico (Non cumulabile in altezza) fino H= 3.00 m	+10 mm -10 mm
Fuori piombo colonne in c.a. nell'interpiano tipico (Non cumulabile in altezza) per H> 3.00 m	+20 mm -20 mm
Superficie interna degli ascensori nell'interpiano	+5 mm -5 mm
Posizioni delle aperture nei setti in c.a.	+10 mm -10 mm
Posizioni degli inserti nei pilastri e setti	+10 mm -10 mm
Faccia esterna dei solai e travi in c.a.	+20 mm -20 mm
Livelli dei solai	+10 mm -10 mm

8 CARPENTERIA METALLICA (CM)

Manufatti in acciaio per travi e pilastri in profilati laminati a caldo della Serie IPE, IPN, HEA, HEB, HEM, UPN, piatti saldati forniti e posti in opera in conformità alle norme. Sono compresi: le piastre di attacco e di irrigidimento; il taglio a misura; le forature; le flange; la bullonatura (con bulloni di qualsiasi classe) o saldatura; etc. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Il peso é quello effettivo a lavorazione compiuta. Sono esclusi i trattamenti protettivi e le verniciature che verranno computati a parte. E' compresa la calandratura dei profilati come da elaborati grafici. In acciaio S355J0W tipo Corten autopassivante.

Nel prezzo delle carpenterie metalliche si intende compreso e compensato:

- operatività da ponteggio fisso, o mobile o sospeso;
- fornitura e posa in opera della struttura metallica e posa in opera con relativi montaggi ed assemblaggi nelle condizioni del progetto esecutivo, compresi i profilati in piatti saldati;
- opere provvisoriale e sostegni provvisori al fine di agevolare le operazioni di posa in opera;
- carico, trasporti e sollevamenti ai piani di lavoro per quanto necessario;
- montaggio in conci preassemblati da solidarizzare poi in opera come da progetto;
- bulloni, coprigiunti, saldature ecc. per il ripristino della continuità materiale e l'efficienza statica delle parti assemblate e l'esecuzione delle giunzioni tutte;
- montaggi "a forza", regolazioni con cunei, chiavi dinamometriche, martinetti ecc.;
- il trattamento superficiale previsto in progetto;
- i manicotti tenditori dei tondini metallici di controvento ed il relativo pretensionamento;
- la calandratura delle travi;
- il rilievo delle strutture esistenti e l'adeguamento della geometria delle opere in carpenteria a quanto rilevato;
- i collegamenti alle strutture esistenti ed il loro adeguamento e finitura superficiale secondo le indicazioni del progetto e della D.L.;
- i disegni di officina;
- tutto quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5-11-1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica", dalla legge 2-2-1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", dalle circolari e dai decreti ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate (D.M. 14-1-2008 – Eurocodice 3).

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

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della direzione dei lavori:

a) gli elaborati progettuali costruttivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, corredate di relativi disegni e programmi di assemblaggio, nonché la qualità degli acciai da impiegare; tali elaborati dovranno essere anche integrativi di quei dettagli eventualmente non sviluppati nel progetto esecutivo e dovranno essere approvati dalla D.L. previo verifica da parte del Progettista strutturale della rispondenza dei disegni costruttivi di cantiere, redatti dall'Appaltatore, al progetto esecutivo delle strutture;

b) tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione e di elevazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore e sono compensati nel prezzo della carpenteria metallica.

L'Appaltatore dovrà evidenziare le seguenti figure giuridiche, che dovranno essere ricoperte a sua cura ed onere:

- Costruttore ;
- Progettista dei disegni di officina ;
- Direttore dei lavori di officina ;
- Montatore ;
- Direttore dei Lavori di montaggio.

L'Appaltatore dovrà fornire nei tempi contrattuali tutti i dati relativi alle previsioni dei montaggi, che saranno comunque da concordare con la D.L. per le implicazioni temporali e di agibilità del cantiere.

Le strutture dovranno essere collegate tra loro e allacciate all'impianto di messa a terra secondo quanto disposto dalla normativa vigente e dal progetto impiantistico.

Nell'esecuzione delle opere in acciaio l'Appaltatore è tenuto al pieno rispetto delle norme contenute nelle leggi, regolamenti e circolari ministeriali in vigore o che venissero emanati durante l'esecuzione dei lavori, nonché di tutti gli oneri inerenti il rispetto delle leggi, regolamenti, decreti circolari, norme e disposizioni in vigore al momento della gara. Gli oneri relativi alla predisposizione di asole, fori e vani nelle strutture per dare luogo e passaggio di tubazioni e condotte degli impianti tecnologici, nonché alla predisposizione dei collegamenti alle strutture di eventuali elementi costruttivi, anche se non elaborati, determinabili nel progetto, sono compresi nel prezzo.

Il fornitore delle strutture metalliche si impegna a presentare il progetto circa la sicurezza e la salute nel cantiere di montaggio ai sensi del D.L. 14/08/96 n° 494.

Fanno parte integrante della fornitura e sono compresi e compensati nel prezzo della carpenteria metallica:

- La redazione dei disegni di officina e i calcoli giustificativi di eventuali nuovi particolari costruttivi o di varianti ai particolari costruttivi suggeriti;
- La progettazione delle metodologie di montaggio e la verifica delle strutture in relazione alle diverse situazioni di carico e di vincolo durante le differenti fasi di montaggio con l'esame di tutti i risvolti in tema di sicurezza;
- Le provvisioni relative alla stabilità temporanea delle opere durante la loro messa in opera;
- La totale fornitura delle strutture in acciaio prefabbricate in officina, in particolare:
 - La fornitura e il montaggio di tutti gli apparecchi di appoggio temporanei o finali che si rendessero necessari nell'esecuzione delle opere;
 - Le piastre di base complete di tirafondi o altro sistema di connessione alle strutture di calcestruzzo armato;
 - Tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture;
 - Gli elettrodi e quanto serve per dare l'opera completa e funzionante;
 - Il trasporto e il montaggio delle strutture sopra richiamate;
 - Le malte speciali di livellamento ed antiritiro per la preparazione dei supporti;
 - La fornitura e posa in opera delle lamiere grecate zincate, complete di accessori di fissaggio e di profili pressopiegati a freddo per il contenimento dei getti.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina e quelli di assemblaggio delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfreccie di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

I disegni esecutivi illustrano dettagli di connessioni adeguate ai carichi e reazioni.

Tutti i dettagli strutturali delle giunzioni, sia che siano esplicitamente mostrati sui disegni di gara che indicati indicativamente, devono essere giustificati da calcoli completi realizzati dall'Appaltatore.

L'Appaltatore può suggerire o proporre dettagli alternativi a quelli mostrati sui disegni esecutivi, purché di costo non superiore e con l'approvazione della D.L..

L'Appaltatore deve sottoporre alla D.L. per la sua approvazione le seguenti informazioni almeno tre settimane prima l'inizio della costruzione:

Disegni di officina e montaggio completi e coordinati.

Descrizione dettagliata del "Piano di Lavoro" per la fabbricazione.

Dettagli delle procedure di saldatura secondo quanto specificato dai regolamenti vigenti per tutte le saldature, comprese le saldature provvisorie.

L'Appaltatore deve sottoporre alla D.L. per la sua approvazione, almeno tre settimane prima l'inizio della costruzione, un "Piano di Lavoro", in cui include, tra le altre, le seguenti informazioni:

Descrizione dettagliata del metodo utilizzato per la messa in opera.

Calcoli e disegni dettagliati per tutte le opere temporanee, ivi comprese quelle per assicurare la stabilità temporanea della struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

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

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

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

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali ed al DM 14 gennaio 2008.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Al momento dell'ingresso dei materiali in officina essi dovranno essere accompagnati dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere. Questa documentazione sarà consegnata alla Direzione Lavori. Potrà inoltre essere eseguito dalla Direzione Lavori il prelievo di almeno due campioni lunghi 50 cm per ogni tipo di profilato, lamiera ecc., e di almeno un bullone ogni 100 impiegati nella costruzione.

A tal fine l'Appaltatore avviserà tempestivamente la Direzione Lavori dell'arrivo dei materiali.

I campioni prelevati serviranno per eseguire le prove sui materiali, contemplate dalle norme UNI in vigore e DM 14 gennaio 2008 e particolarmente:

- Prova di trazione con determinazione del carico di rottura di snervamento e dell'allungamento su provetto corta;
- Prova di piegamento;

Al fine di controllare la saldabilità delle strutture da saldare e la qualità degli elettrodi che si intendono impiegare, si preleveranno da tali membrature almeno tre campioni lunghi 50 cm; questi saranno tagliati a metà lunghezza, convenientemente preparati e saldati alla presenza di un incaricato della Committente, facendo uso degli elettrodi di cui si è previsto l'impiego.

Tali campioni serviranno per prove di trazione e piega, su provini saldati; sarà inoltre richiesta la sperimentazione su provette (almeno due) ricavate da materiali di apporto.

L'onere delle prove elencate ai punti precedenti da effettuarsi presso un laboratorio ufficiale, nel rispetto delle norme UNI vigenti, sarà a carico dell'Appaltatore.

I prodotti laminati devono essere qualificati secondo le disposizioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 ed Eurocodice 3.

Materiali:

Sezioni a caldo

Sono stati previsti i seguenti tipi di acciaio:

per le travi composte saldate	S355J0W
per le travi profilate a caldo, tubolari e tondini	S355J0W
per le lamiere	S355J0W

I prodotti laminati devono essere qualificati secondo le disposizioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 ed Eurocodice 3 (e relativi allegati).

Dadi, bulloni normali e di ancoraggio

I bulloni e i dadi normali devono essere conformi a quanto prescritto dalle UNI 20898-2, 20898-3 e devono essere di Grado 8.8 come indicato nelle tavole esecutive. Le loro caratteristiche dimensionali devono essere conformi a quanto prescritto nelle UNI EN ISO 4016, 5592 e UNI EN ISO 4034 e devono appartenere alle classi della norma UNI EN ISO 898-1, secondo le indicazioni riportate nel DM 14 gennaio 2008.

Bulloni svasati

Devono essere conformi alle UNI EN ISO 10642: 2000

Connettori ad attrito ad alta resistenza (HSFG)

Devono essere conformi alle UNI 20898-2, 20898-3 e secondo quanto prescritto dal D.M. 14.01.2008.

Rondelle

Le rondelle usate con i bulloni normali devono essere conformi alle UNI EN ISO 887: 2002.

Rondelle con indice di carico

Per giunti ad attrito si dovranno utilizzare rondelle con indice di carico o simili .

Tutti gli assemblaggi tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063.

saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;

saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;

saldatura automatica ad arco sommerso;

saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO₂ o sue miscele;

altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato dovrà rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI 5132 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati dovranno essere sempre del tipo omologato secondo la norma UNI citata. Per quanto attiene l'uso degli elettrodi in relazione agli acciai dovranno essere osservate le seguenti indicazioni:

Acciai S355: elettrodi E52 di Cl 3B,4B, per spessori ≤ 20 mm; elettrodi E52 di Cl 4B, per spessori > 20 mm;

Per le strutture che lavorano a temperature di esercizio inferiore a 0° C, per qualsiasi acciaio e spessore, saranno usati elettrodi di classe 4B.

Rivestimenti di elettrodi, flussi esterni per saldature ad arco sommerso e flussi interni per fili animati possono essere potenziali sorgenti di idrogeno e dare luogo, pur soddisfacendo alle altre caratteristiche richieste, al pericolo di cricche a freddo della zona termicamente alterata in saldatura, pericolo che aumenta con l'aumentare dello spessore su cui si salda.

Ad evitare ciò sono da osservare, per l'uso dei vari procedimenti, le seguenti ulteriori prescrizioni:

Acciai Fe430 per spessori ≤ 40 mm;

Acciai Fe 510 per spessori ≤ 20 mm;

Gli elettrodi a rivestimento basico ed i flussi per saldatura ad arco sommerso saranno contenuti negli usuali involucri protettivi e ben conservati all'asciutto; i fili per saldatura ad arco sommerso o sotto gas protettivo, saranno del tipo solido od animato dei vari tipi in uso, con rivestimento di rame compatto e continuo ed esente da impurezze superficiali.

Acciai Fe 360 ed Fe430 per spessori > 40 mm;

Acciai Fe 510 per spessori > 20 mm;

Gli elettrodi ed i flussi per saldatura ad arco sommerso, a meno che non siano contenuti in involucri metallici stagni sottovuoto, saranno trattati in appositi fornelli di essiccazione, a temperatura compresa tra 375°C e 425°C (la maggiore possibile ammessa dal fabbricante) per circa due ore e mantenuti poi in fornelli a 150°C.

I fili per saldatura ad arco sommerso o sotto protezione di gas saranno di tipo solido o ricavati da tubo riempito di flusso e successivamente laminato, ed avranno, come nel caso precedente, rivestimento di rame compatto e continuo ed esente da impurezze superficiali.

I procedimenti rispondenti alle condizioni sopra descritte saranno considerati procedimenti a basso idrogeno.

Tutti i processi di saldatura dovranno seguire le indicazioni della norma DM 14 gennaio 2008 paragrafo 11.3.4.5.

Tutti gli accoppiamenti in cantiere dovranno essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti.

Saranno eseguiti con bulloni di Classe 8.8, rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN ISO 7019 temprato e rinvenuto HCR 32 - 40.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Il montaggio in opera sarà eseguito solamente per bullonatura a meno delle saldature previste in progetto.

Qualora fosse necessaria l'esecuzione di saldature in opera, queste dovranno essere sempre autorizzate dalla D.L. e rispondenti alle norme di corretta esecuzione; dovranno presentare caratteristiche meccaniche di resistenza non inferiori a quelle eseguite in officina; le operazioni dovranno essere conformi a quanto previsto dal DM in vigore.

Per saldature manuali dovranno essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua.

Ogni saldatura eseguita dovrà essere registrata su apposito giornale di cantiere con accanto il nome del saldatore ed il tipo di elettrodo usato.

Ogni saldatore dovrà essere munito di patentino rilasciato da Ente autorizzato che ne attesti la qualifica e dovrà essere dotato di punzone personale per la marcatura delle saldature dallo stesso eseguite.

I controlli radiografici e tutti gli altri controlli sulle saldature saranno a carico della ditta appaltatrice; l'estensione ed il numero dei controlli sarà stabilita dalla D.L., in relazione all'importanza delle giunzioni ed alle precauzioni prese durante l'esecuzione, alla posizione di esecuzione delle saldature, a seconda che siano state eseguite in officina od al montaggio.

Per quanto concerne i controlli su prodotti laminati per strutture in acciaio, si dovrà fare riferimento a quanto previsto dal DM 14 gennaio 2008.

L'appaltatore è tenuto ad effettuare tutti i controlli geometrici sulle strutture e controlli non distruttivi sulle saldature e sulle bullonature prescritte dalle normative, regolamenti di buona pratica costruttiva. oltre a quelli previsti circa gli elementi di attacco alle strutture esistenti.

La committenza si riserva la facoltà di procedere, in corso d'opera e a fine lavori, a controlli sulle strutture montate, per i quali l'appaltatore è tenuto a mettere a disposizione, a propria cura e spese, personale, attrezzature, ponteggi e quanto altro serve per rendere possibili i controlli stessi.

Le procedure di controllo su acciai da carpenteria dovranno seguire tutte le indicazioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per le prove di carico relative ai collaudi statici che verranno effettuati sulle strutture, secondo il numero e le indicazioni fornite dalla D.L.

Tutte le opere di carpenteria metallica dovranno essere eseguite secondo le indicazioni riportate nel presente capitolato speciale nonché le specifiche tecniche indicate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici dei c.a. allegati alla denuncia delle opere in c.a. depositata presso gli uffici regionale del Genio Civile in ottemperanza alla Legge 1086/71.

L'Appaltatore è tenuto a sottostare, sostenendone le spese, alle normali verifiche ed alle prove statiche dei lavori compiuti per dimostrare la buona esecuzione, la resistenza ed la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. Sarà pure a carico dell'Appaltatore e compreso nel forfait, l'onere relativo all'esecuzione delle prove di resistenza.

Il collaudo statico dell'opera ed le relative prove di carico dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. in vigore e tutte le normative vigenti in materia.

La classe di esecuzione delle strutture metalliche è EXC3.

9 OPERE FINITURA E VARIE

Applicazione di guaina liquida elastobituminosa a freddo monocomponente additivata per impermeabilizzazioni di superfici strutturali in calcestruzzo (impalcati, solai misto o in lastre ecc) da applicarsi a mano, esclusa la rasatura e regolarizzazione con malta cementizia, compreso la formazione di giunti, il taglio o la suggellatura degli incastri di muro, i colli di raccordo con le pareti verticali e il sollevamento dei materiali. in due mani per lo spessore di 3 mm.

Rimozione catene provvisorie e demolizione travi in c.a. esistenti interne alla spalla, compresi carico, trasporto, scarico agli impianti di smaltimento autorizzati e oneri di smaltimento.

Formazione del piano di appoggio della passerella pedonale provvisoria mediante elementi in carpenteria metallica (si vedano specifiche al paragrafo precedente) da inghisare nella parete in c.a. della nuova spalla e successivamente da rimuovere e trasportare a discarica autorizzata.

OPERE STRADALI

10 OPERE STRADALI

Formazioni di rilevato a tergo della spalla con materiale proveniente dagli scavi.

Strato di base in conglomerato con bitume distillato 50-70 o 70-100 secondo UNI EN 12591 ed aggregati secondo UNI EN 13043, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco, e compattazione con rullo vibrante; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto con aggregato pezzatura 0/32, spessore compreso 10 cm.

Strato di base in conglomerato con bitume distillato 50-70 o 70-100 secondo UNI EN 12591 ed aggregati secondo UNI EN 13043, steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco, e compattazione con rullo vibrante; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto per ogni cm in più o in meno alla voce precedente.

Tappeto di usura in conglomerato bituminoso steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco e rullatura; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto con aggregato pezzatura 0/10, spessore finito compreso 3 cm.

Tappeto di usura in conglomerato bituminoso steso con vibrofinitrice, compreso ancoraggio, mano d'attacco e rullatura; esclusi additivi attivanti di adesione da computare a parte secondo quanto indicato nel Capitolato Speciale di Appalto per ogni cm in più o in meno alla voce precedente.

Ripristino marciapiedi sulla spalla esistente, compresa formazione di eventuali cavidotti, pavimentazione e cordonato. Compreso e compensato nel prezzo ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Per queste lavorazioni si farà riferimento alla specifiche tecniche generali del global service.

11 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

11.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta, a suo giudizio insindacabile, non idonea ai lavori, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Impresa.

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. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

b) **Calce** - Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al **R.D. 16 novembre 1939, n. 2230**; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella **L. 26 maggio 1965, n. 595** nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel **D.M. 31 agosto 1972**. La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti. La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità. L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

c) **Leganti idraulici** - Le calci idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti. Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

d) **Pozzolana** - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dal **R.D. 16 novembre 1939, n. 2230**.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

e) **Ghiaia, pietrisco e sabbia** - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti. Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi, sia essa viva, naturale od artificiale, dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose od organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridente al tatto e dovrà provenire da rocce aventi alta resistenza alla compressione.

Ove necessario, la sabbia sarà lavata con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive; alla prova di decantazione in acqua, comunque, la perdita in peso non dovrà superare il 2%. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Impresa dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 71 **U.N.I. 2334**) per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm (trattenuti dal crivello 40 e passanti da quello 60 **U.N.I. 2334**) se si tratta di volti o getti di un certo spessore; da 25 a 40 mm (trattenuti dal crivello 25 e passanti da quello 40 **U.N.I. 2334**) se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo, avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle **norme di accettazione del fascicolo n. 4** ultima edizione, del **Consiglio Nazionale delle Ricerche**. Rispetto ai crivelli **U.N.I. 2334**, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 e trattenuti dal crivello 25; i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 e trattenuti dal crivello 10; le graniglie quelle passanti dal crivello 10 e trattenute dallo staccio 2 **U.N.I. 2332**.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori di quelle corrispondenti ai limiti di prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

f) **Materiali ferrosi** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal **D.M. 14 gennaio 2008**, nonché dalle norme **U.N.I.** vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1) *Ferro* - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

2) *Acciaio dolce laminato* - L'acciaio dolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di perdere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

3) *Acciaio fuso in getti* - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4) *Acciaio sagomato ad alta resistenza* - Dovrà soddisfare alle seguenti condizioni: il carico di sicurezza non deve superare il 35% del carico di rottura; non deve inoltre superare il 40% del carico di snervamento quando il limite elastico sia stato elevato artificialmente con trattamento a freddo (torsione, trafilatura), il 50% negli altri casi. Il carico di sicurezza non deve comunque superare il limite massimo di 2400 kg/cm².

Detti acciai debbono essere impiegati con conglomerati cementizi di qualità aventi resistenza cubica a 28 giorni di stagionatura non inferiore a chilogrammi/cm² 250; questa resistenza è riducibile a kg/cm² 200 quando la tensione nell'acciaio sia limitata a kg/cm² 2200.

Le caratteristiche e le modalità d'impiego degli acciai ad aderenza migliorata saranno quelle indicate nel **D.M. 1° aprile 1983**.

5) *Ghisa* - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

g) *Legname* - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui alle vigenti leggi, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme **U.N.I.** Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

h) *Bitumi* - Debbono soddisfare alle «**Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali**» di cui al «**Fascicolo n. 2**» del **Consiglio Nazionale delle Ricerche**, ultima edizione. Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B 180/200 e B 130/150; per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti si adoperano i tipi B 80/100 e B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50 e B 30/40; per asfalto colato il tipo B 20/30.

11.2 PROVE DEI MATERIALI

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa, nei modi più datti a garantire l'autenticità.

a) Certificato di qualità.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

b) Accertamenti preventivi.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m³ per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,

500 m³ per i conglomerati cementizi,

50 t per i cementi e le calci,

5.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

c) 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, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa, di norma, presso laboratorio ufficialmente riconosciuto ed indicato dalla Stazione Appaltante.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Tecnico della Stazione appaltante previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

12 OPERE STRADALI

12.1 TRACCIAMENTI E VERIFICHE

Prima di porre mano ai lavori di qualunque genere, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti delle lavorazioni. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che dovesse indicare la Direzione dei lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

L'Impresa dovrà procedere al tracciamento delle opere in c.a., pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti e, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

Prima di procedere con qualsiasi lavorazione l'Impresa è obbligata a sue spese alla riverifica di dettaglio del rilievo di progetto, al confronto con le indicazioni di progetto ed all'eventuale, se necessario, adeguamento del progetto esecutivo alle specifiche ritrovate dello stato di fatto. Dovranno essere segnalati immediatamente eventuali manufatti, impianti, servizi o sottoservizi interferenti con le lavorazioni e l'Impresa provvederà immediatamente all'adeguamento progettuale, allo spostamento se necessario degli impianti, dei servizi o sottoservizi, al loro mantenimento funzionale ed al loro ripristino immediato quando la loro interferenza non sia più di ostacolo ai lavori. Tutto ciò è compensato nei prezzi offerti nel forfait e resta a completo carico dell'Appaltatore.

12.2 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

Le demolizioni e rimozioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

Nel caso di rimozione di recinzioni o parapetone l'Impresa provvederà allo smontaggio senza danneggiamento, all'accatastamento ed al trasporto/scarico presso luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori o dall'Amministrazione. Nel caso che l'Amministrazione non sia interessata al materiale proveniente dalla rimozione, il materiale resta di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per la esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

12.3 MOVIMENTI DI TERRE

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riprodotte il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fuggitori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. li marzo 1988 (5.0. alla G.U. n. 127 dell'01.06.1988).

12.4 MATERIALI PER RILEVATI

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui agli articoli precedenti, in quanto disponibili ed idonee secondo il giudizio della Direzione dei Lavori.

Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte, sempreché disponibili ed ugualmente ritenute idonee a giudizio della Direzione dei Lavori e previa la cernita e separazione dei materiali utilizzabili in altri lavori.

Nella formazione dei rilevati con terre provenienti dagli scavi, sarà a carico dell'Impresa l'onere della cernita, scarto e trasporto a discarica autorizzata oppure a riutilizzo in sede diversa delle terre ritenute non idonee a giudizio insindacabile della D.L..

Inoltre è a carico dell'Impresa l'onere del particolare trattamento di quelle classificate mediocri o scadenti da utilizzare secondo le disposizioni che saranno impartite dalla D.L. quale miscelamento con le terre migliori, impiego negli strati inferiori del rilevato, compattamento con specifici mezzi costipanti (rulli statici pesanti, rulli a piede di montone, carrelli pigiatori a ruote lisce gommate etc.) con controllo accurato dell'umidità ottima etc.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra si ricorrerà, per il loro approvvigionamento, a cave di prestito. In tal caso saranno ammesse soltanto le terre appartenenti ai gruppi A1-A24-A25-A3 della classifica CNR UNI 10006 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre".

Per l'ultimo strato di cm 30, che costituirà il piano di posa della fondazione, il materiale apparterrà ai soli gruppi A1, A24, A25.

Le cave potranno essere aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché i materiali da esse prelevati siano costantemente idonei, come dovrà risultare dalla verifiche che la D.L. si riserva di fare eseguire in qualsiasi momento, e purché vengano rispettate le vigenti disposizioni in materia.

Le terre da impiegare nella formazione dei rilevati dovranno preventivamente sottoposte a prove di laboratorio per la loro classificazione secondo le sopracitate norme CNR UNI, determinandone inoltre, la densità secca (Proctor modificata), l'umidità ottima, il CBR saturo ed il tenore di sostanze organiche.

Le suddette cave di prestito, da aprire a totale cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di Elenco per le materie escavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto ad escavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Impresa, quando occorra, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito, che siano scavate lateralmente alla strada, dovranno avere una profondità ed una distanza laterale, rispetto alla strada medesima, tali da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Quando la base dei suddetti rilevati ricada sulla scarpata del rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La sovrastruttura stradale dovrà essere, di massima, posta su piani di posa che ne assicurino la protezione da infiltrazioni e contaminazioni di materiali fini quali limi ed argille e che interrompano la risalita capillare di acqua specie in zone soggette a gelo.

Pertanto, su richiesta della D.L., si dovrà provvedere alla stesa di materiali filtranti di idonea granulometria e/o all'impiego di strati di geotessile (tessuto non tessuto) imputrescibili di caratteristiche, anche meccaniche, idonee.

Gli strati anticapillari in materiale granulare, con spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, possono essere costituiti da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino) o da materiali frantumati o riciclati con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante allo staccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante allo staccio 0,063 mm non superiore al 3%.

Nel materiale devono essere del tutto assenti componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m³ di materiale posto in opera, con un numero minimo di tre prove. Non sono ammessi scostamenti dei valori dei passanti ai setacci rispetto a quelli previsti.

Successivamente si procederà alla rullatura con rulli statici o dinamici lisci o gommati di peso non inferiore alle 8 tonnellate fino a completa compattazione.

Sul piano di appoggio del rilevato, in associazione allo strato granulare anticapillare, può essere posto uno strato di geotessile.

12.5 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI E DELLA FONDAZIONE STRADALE

a) - Piano di posa dei rilevati.

Prima di dare inizio alla formazione dei rilevati si procederà ai lavori necessari per aumentare la portanza del terreno mediante compattamento del piano di posa fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 20, il 90% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Sono a carico dell'Impresa, oltre gli oneri per l'umidificazione od essiccamento delle terre, anche il maggior volume di rilevato corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto del compattamento.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità Me, determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 70317).

Il valore di Me, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

Qualora la superficie del terreno non dovesse venire intaccata, tutte le buche dei ceppi od altre depressioni analoghe dovranno venire colmate con materiale terreo e compattate prima della costruzioni dei rilevati.

b) - Piano di posa della fondazione stradale.

Nei tratti in trincea o comunque in scavo verrà predisposto un piano d'appoggio della fondazione stradale secondo i profili di progetto. Detto piano verrà realizzato mediante compattamento fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 30, il 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità Me il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà tenere conto dell'abbassamento della quota del terreno a seguito della costipazione del terreno stesso, fermo restando che qualora il piano d'appoggio compattato dovesse risultare più basso di quello previsto in progetto il corrispondente maggior spessore dello strato della fondazione stradale sarà a totale carico e spese dell'Impresa.

Qualora la D.L. ne riconosca la necessità la compattazione di un particolare sottofondo argilloso potrà essere facilitata previa stabilizzazione con materiali aridi idonei. La lavorazione consisterà in fornitura e spandimento del materiale correttivo, scarifica del terreno, miscelazione del terreno naturale col materiale di apporto, umidificazione ed essiccamento, compattamento della miscela al 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Detta stabilizzazione sarà compensata con il prezzo relativo alla preparazione dei piani di posa in trincea, sommato al prezzo previsto per la fornitura e posa in opera della fondazione stradale, quest'ultimo prezzo riferito alla quantità di materiale apportato.

Questi due prezzi saranno comprensivi di ogni e qualsiasi altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

c) - Preparazione della massiciata esistente.

Nei tratti in cui il piano di posa del rilevato o della fondazione stradale ricadrà sulla massiciata della strada esistente, la superficie di quest'ultima dovrà essere scarificata per una profondità di 10/30 cm. o comunque tale da garantire la maggiore adesione possibile tra il vecchio ed il nuovo materiale.

12.6 SOVRASTRUTTURA STRADALE

12.6.1 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati granulometricamente con l'aggiunta o meno di legante naturale costituito da terra passante al setaccio 0.4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detritici di cava, frantumato, scorie od altro materiale reperito in sito, entro e fuori cantiere, oppure ottenuto da miscelazione di materiali, anche di provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso indagini preliminari di laboratorio e/o di cantiere.

1. Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. la granulometria, avvenuta l'eventuale stabilizzazione, dovrà essere rappresentata da una curva compresa nel seguente fuso, ad andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Crivelli e setacci UNI	Miscela passante % in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 – 100
Crivello 25	60 – 87
Crivello 10	35 – 67
Crivello 5	25 – 55
Setaccio 2	15 – 40
Setaccio 0.4	7 – 22
Setaccio 0.075	2 – 10

Tabella 13

3. il rapporto tra il passante allo 0.075 ed il passante allo 0.4 dovrà risultare inferiore a 2/3;
 4. l'indice di plasticità, valutato secondo le norme CNR-UNI 10014, sarà considerato ammissibile fino al 6%;
 5. la perdita in peso, eseguita con la prova Los Angeles sulle singole pezzature, dovrà risultare inferiore al 30%;
 6. l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM dovrà risultare compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà essere eseguito anche per il materiale prelevato dopo il costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali con equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la D.L. richiederà in ogni caso la verifica dell'indice di portanza CBR, di seguito indicata, anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati ;
 7. l'indice di portanza CBR, da eseguire sul materiale passante al crivello 25 dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà risultare non inferiore a 50. Inoltre, tale condizione dovrà risultare verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigolo vivo, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti 1, 2, 4, 5, 6, salvo il caso in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.
2. Studi preliminari

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla D.L. mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, in forma scritta, fonti di approvvigionamento, tipo di lavorazioni che intende adottare, tipo e consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli in corso d'opera dalla D.L., prelevando campioni di materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

3. Modalità esecutive

La fondazione avrà spessore secondo progetto, o secondo quanto stabilito dalla D.L. in relazione alla portanza del sottofondo.

La stesa avverrà per strati successivi ciascuno dei quali non dovrà risultare di spessore finito superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm..

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata ed un modulo di deformazione secondo le norme CNR n° 146 nell'intervallo di pressione compreso tra 0.15 e 0.25 N/mm², non inferiore a 80N/mm².

Lo strato di fondazione, avente anche funzione anticapillare, sarà formato da misti aridi il cui valore C.B.R. saturo non sia inferiore al 60% ed il cui indice di plasticità sia inferiore od uguale a 6.

Detto materiale consisterà in misto di fiume naturale composto da ghiaie e sabbie e dovrà essere esente da materie vegetali e da argille. Possibilmente avrà granulometria rientrante nei seguenti limiti:

- setaccio da 3" -Percentuale passante in peso 100%.
- setaccio da 2" -Percentuale passante in peso 80-100%.
- setaccio da 3/8" -Percentuale passante in peso 25-60%.
- setaccio n. 40 ASTM -Percentuale Max. passante in peso 10%

Le cave saranno aperte a cura e spese dell'Impresa e dovranno esser preventivamente accettate dalla D.L..

Il materiale dello strato di fondazione dovrà essere posto in opera preventivamente vagliato e compattato al 95% della densità massima AASHO modificata.

Il valore del modulo di deformazione Md , misurato con il metodo della piastra di diametro di cm 30 (Norma Svizzera VSS-SNV 70317) nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm², non dovrà essere inferiore a 100 N/mm².

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, e comunque approvata dalla D.L. e dovrà interessare la totale altezza dello strato di fondazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm. 1, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore finito dovrà essere quello prescritto nei disegni con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La densità ottenuta dopo il costipamento sarà verificata con la frequenza prevista all'articolo seguente per lo strato di base, a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della D.L.

12.6.2 STRATO DI BASE IN GRANULATI DI FRANTUMAZIONE

Lo strato di base dovrà essere costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie e da un materiale di riempimento costituito da sabbia o da altro materiale minerale a granulometria minuta proveniente da frantumazione di calcari.

I suddetti materiali dovranno essere classificati secondo una graduazione costante la cui gamma passerà dai materiali grossolani ai materiali fini e conformarsi alle caratteristiche indicate nella formula seguente.

Setaccio Percentuale in peso, del passante a setaccio a maglie quadre:

2"	(mm. 50,8)	100
1 1/2"	(mm. 38,1)	70/100
1"	(mm. 25,4)	55/85
3/4"	(mm. 19,1)	50/80
3/8"	(mm. 9,52)	40/70
n.4 serie ASTM	(mm. 4,76)	30/60
n.10 serie ASTM	(mm. 2,00)	20/50
n.40 serie ASTM	(mm. 0,42)	10/30
n.200 serie ASTM	(mm. 0,074)	5/15

Tabella 14

La quantità di materiale trattenuta al setaccio n. 10 dovrà essere classificata tra i materiali inerti grossolani, quella passante al setaccio n. 10 tra i materiali inerti fini, mentre l'aliquota di materiale passante al 100% al setaccio n. 30 e per lo meno al 65% al setaccio n. 200 verrà considerata materiale per riempimento.

Detti materiali dovranno essere esenti da qualsiasi materia vegetale o grumi di argilla.

La percentuale di usura dei materiali inerti grossolani non dovrà essere superiore a 50 dopo 500 rivoluzioni dell'apparecchiatura prevista dalla prova AASHO T 96.

Le percentuali granulometriche riportate nella precedente tabella in base alle prescrizioni della AASHO T 88-57, dovranno potersi applicare al materiale inerte tanto dopo il suo impiego sulla strada, quanto nel corso delle prove effettuate alla cava di prestito o alle altre fonti di provenienza.

Il passante al setaccio n. 200 non dovrà superare la metà del passante al setaccio n. 40. Il passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido non superiore a 25 ed un indice di plasticità non superiore a 4.

La miscela dovrà avere un valore C.B.R. saturo non inferiore all'80%.

Qualora fosse necessario aggiungere materiali inerti fini di riempimento ai materiali naturalmente presenti nello strato di base allo scopo di soddisfare caratteristiche granulometriche o per garantire una soddisfacente chiusura del materiale, questi dovranno essere unicamente mescolati ai materiali dello strato di base in adeguato impianto di setacciatura e di frantumazione o direttamente sulla strada. Il materiale destinato a questo scopo dovrà provenire da fonti approvate dalla D.L. ed essere esente da argille.

Le cave dovranno essere approvate prima di iniziare qualsiasi operazione di frantumazione.

Il materiale granulare dello strato di base sarà posto in opera su di uno strato di fondazione e costipato secondo gli spessori indicati nei Disegni.

La posa in opera del materiale avrà inizio nei luoghi indicati dalla D.L. impiegando cassoni distributori o veicoli appositamente attrezzati per la distribuzione del materiale in strati o cordoli uniformi.

In ogni caso la posa in opera del materiale verrà eseguita solo previa accettazione da parte della D.L. dello strato di fondazione, la quale accettazione non esonera però l'Impresa da ogni responsabilità fino al collaudo finale.

Lo strato ed il cordonato deve avere dimensioni tali che, dopo steso e compattato, tenuto conto di eventuale materiale di miscelatura da aggiungere sulla strada, risulti dallo spessore prescritto e riportato nei disegni.

Qualora le operazioni di trasporto dovessero svolgersi su materiale appena posto in opera, i mezzi di trasporto dovranno passare nella misura più uniforme possibile su tutta l'area costituita dagli strati precedentemente eseguiti.

A posa in opera avvenuta di ogni singolo strato di materiale grossolano dello strato di base ed aggiunta di materiale di mescolatura ove richiesto, tutto lo strato verrà accuratamente mescolato su tutta la sua profondità utilizzando livellatrici semoventi, mescolatori mobili o altra attrezzatura di mescolatura. Durante le operazioni di mescolatura, l'acqua sarà aggiunta nelle quantità necessarie per ottenere il tenore ottimo di umidità in vista del costipamento. Una volta uniformemente mescolato, il materiale verrà livellato in modo regolare fino a raggiungere sia uno spessore uniforme, sia, nel caso dello strato superficiale, la quota della sezione trasversale indicata nei disegni di progetto.

L'Impresa dovrà prestabilire le sequenze di queste operazioni in modo da assicurare entro quarantotto ore l'ultimazione del livellamento.

Subito dopo il livellamento finale e lo spianamento, ogni strato sarà costipato su tutta la sua larghezza fino a raggiungere il 95% della densità massima AASHO modificata.

Il valore del modulo di deformazione Md sarà non minore di quello descritto per la fondazione stradale. Lo spessore dello strato di base ultimato non dovrà differire di più di cm. 1 dallo spessore indicato nei disegni.

Subito dopo il costipamento finale dello strato di base, lo spessore e la densità dovranno essere rilevati in uno o più punti di ogni singolo tratto di m. 300 di opera completata.

La campionatura dovrà essere fatta a mezzo di fori di prova o altri metodi approvati. I punti prescelti per dette misurazioni dovranno essere indicati dalla D.L. per ogni tratto di m. 300, secondo il sistema di campionatura a caso allo scopo di evitare qualsiasi sezione regolare di tali punti di prelievo ed avendo cura di toccare svariati punti della sezione trasversale. Qualora le operazioni non denunciassero scarti di spessore eccedenti le tolleranze, l'intervallo tra le prove potrà venire aumentato a discrezione della D.L. fino ad un massimo di m. 1.000 con prove saltuarie effettuate a intervalli più ravvicinati. Qualora le misure comprovassero scarti di spessore superiori alle tolleranze indicate nei disegni, misure supplementari dovranno essere effettuate ad intervalli approssimativi di m.50 fino a riportare detti spessori nei limiti di tolleranze prescritti. Qualsiasi area le cui misure non fossero in detti limiti di tolleranza dovrà essere riportata ai valori prescritti tramite eliminazione o aggiunta del necessario materiale di base sagomato e costipato secondo quanto prescritto.

L'esecuzione dei sondaggi di prova e la loro colmatura con materiale opportunamente costipato dovrà essere fatta dall'Impresa a sue spese e sotto la supervisione della D.L..

Qualora venisse prescritto di effettuare il controllo della sezione trasversale tipo indicata nei disegni a mezzo di una sagoma del colmo stradale e di un regolo di ml. 3 a spigoli vivi, rispettivamente applicati ad angolo retto e parallelamente all'asse della strada, lo scarto registrabile tra due contatti superficiali non dovrà in nessun caso superare cm. 1,5 e cm. 1 rispettivamente per detta sagoma del colmo stradale e per il regolo a spigoli vivi. Qualora l'Impresa decidesse di produrre e di accumulare materiali inerti prima della loro posa in opera sulla strada, detti materiali dovranno essere accumulati secondo i volumi ed i luoghi indicati dalla D.L.. Prima di procedere a questa operazione detti luoghi dovranno essere decespugliati, puliti e spianati.

12.6.3 STRATI DI FONDAZIONE O DI BASE IN MISTO CEMENTATO

- Descrizione:

Gli strati di misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento ed acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume.

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm..

- Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

Materiali inerti:

Saranno impiegati: frantumati di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (nella misura minima del 50% in peso totale della miscela), ghiaie, sabbie. La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito a condizione che la miscela presenti resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni uguali a quelle di seguito indicate: tale risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0.075 mm.

I materiali avranno i seguenti requisiti:

1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;

2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci UNI Passante totale in peso %

Crivello 40 100

Crivello 25 60-80

Crivello 15 40-60

Crivello 25 35-50

Crivello 5 25-40

Setaccio 2 15-30

Setaccio 0,4 7-15

Setaccio 0,18 0-6

Tabella 15

Serie crivelli e setacci UNI Passante totale in peso %

Crivello 40 100

Crivello 30 80-100

Crivello 25 72-90

Crivello 15 53-70

Crivello 10 40-55

Crivello 5 28-40

Setaccio 2 18-30

Setaccio 0,4 8-18

Setaccio 0,18 6-14

Setaccio 0,075 5-10

3) coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo CNR fascicolo 4/1953) non superiore a 160;

4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 CNR n° 29 inferiore o uguale al 30% (40%);

5) equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60 (35 e 55);

6) indice di plasticità non determinato (materiale non plastico).

La D.L. potrà tuttavia ammettere l'impiego di materiali aventi equivalenti in sabbia maggiori di 55, purché le quantità di cemento da aggiungere non siano tali da provocare fessurazioni per ritiro. L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri. Verrà ammessa una tolleranza di + o - 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di + o - 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante.

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2.5% ed il 3.5% (3% ed il 5%) in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua.

Dovrà essere esente da impurità dannose, sali, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro + o - 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

c- Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR - UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm. diametro 15,24 cm., volume 32,42 cmc.); 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 cm. 17,78. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento 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. (o setaccio ASTM ¾") 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 T 180 – CNR n° 65 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50,8, peso pestello Kg. 4,54, altezza di caduta cm. 45,7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di 20° C circa); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si eseguirà in sabbia mantenuta umida.. Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra descritto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2.5 N/mmq. e non superiori a 4.5 N/mmq. ed a trazione secondo la prova "brasiliiana"(*) non inferiore a 0.25 N/mmq. (Tali valori dovranno risultare dalla media dei valori di 3 provini se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di + o - 15%; altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

d- Preparazione.

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

e- Posa in opera.

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci o rulli gommati (statici o vibranti), tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinati dalla D.L. su una stesa sperimentale usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C. e superiori a 25°C. né sotto pioggia battente. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperatura compresa tra i 25°C. e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine, le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C./18°C. ed umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. 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 del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà 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.

f- Protezione superficiale.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura potrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg./mq. in relazione al tempo ed all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

g- Norme di controllo ed accettazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllata a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore. La densità in sito non dovrà essere inferiore al 97% della densità di progetto (95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza). Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa con cadenza giornaliera (almeno 1 prova per giorno lavorativo) ovvero prima dell'indurimento, mediante i 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 attraverso applicazione della formula di trasformazione (punto C, par. A, art. Sovrastruttura stradale, Capitolato speciale ANAS- Norme tecniche) oppure attraverso 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 il volumometro. La sistemazione di tali 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 controllo di densità potrà essere anche effettuato sullo strato finito con almeno 10-20 giorni di stagionatura, su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 °C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino: in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% di quella di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà superare le tolleranze indicate al precedente punto b- del presente articolo.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei quattro provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri tre dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + o - 20% e, comunque non dovrà mai essere inferiore a 2.5 N/mm² per la trazione.

12.6.4 BANCHINE - PAVIMENTAZIONE DI STRADE SECONDARIE

Per la formazione delle banchine e per il risanamento e il rifacimento di strade secondarie, deviate o spostate, verranno impiegati detriti di cava leggermente plastici (indice di plasticità compreso fra 6 e 12) aventi la granulometria prevista per lo strato di fondazione. I suddetti detriti di cava, dopo essere stati approvati dalla Direzione dei Lavori, saranno compattati al 90% della densità massima della prova AASHO modificata. Gli spessori dovranno corrispondere ai disegni di progetto. I controlli e le verifiche riguardanti granulometria, spessori e densità saranno effettuati con le stesse modalità previste dall'articolo precedente per lo strato di base.

Lungo tratti di strada in rilevato e, comunque dove necessario, potranno essere previsti in progetto o richiesti dalla D.L. eventuali successivi inerbimenti delle banchine e/o di scarpate da eseguirsi mediante il riporto di uno strato di materiale terroso, prelevato ad una profondità massima di 1m. da terreni a destinazione agraria, idoneo alla semina (con l'impiego minimo di 120 kg di miscuglio da semina per ettaro) ed allo sviluppo dell'apparato radicale del manto erboso che sarà costituito da erbe perenni da prato, come pure la formazione di arginelli al margine della carreggiata, inclusa la realizzazione di inviti, nei punti opportuni, per il convogliamento delle acque superficiali attraverso gli embrici ed il successivo recapito della stessa presso i fossi di guardia al piede della scarpata. In alternativa e dietro richiesta o preventiva autorizzazione della D.L., potranno effettuarsi trapianti di zolle di prato polifita stabile di larghezza media di 30 cm. poste in opera su terreno precedentemente profilato e ricaricato.

12.6.5 STRATO BITUMINOSO DI MISTO BITUMATO, BASE, BINDER, TAPPETO D'USURA

La miscela destinata al misto bitumato e al binder dovrà essere composta di materiale naturale debitamente modificato per ottenere la granulometria richiesta di materiale bituminoso.

La miscela del tappeto di usura sarà composta di materiale inerte grossolano, di materiale inerte fine, di materiale di riempimento e di materiale bituminoso. Le svariate pezzature dovranno essere debitamente graduate, avere una granulometria uniforme ed essere mescolate in proporzioni tali da ottenere miscele conformi alle caratteristiche granulometriche del corrispondente strato previsto dal presente Capitolato. A dette miscele di materiale inerte (considerato come 100% in peso) sarà aggiunto bitume entro i limiti percentuali stabiliti.

A – CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI INERTI DA IMPIEGARE PER LA CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI E DEI CONGLOMERATI CON RESINE SINTETICHE

Gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4, anno 1953, del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR).

Sia i conglomerati bituminosi, sia quelli con resine sintetiche, che i materiali loro componenti avranno caratteristiche diverse a seconda che vengano impiegati nella stesa degli strati di BASE, di COLLEGAMENTO (BINDER), di RISAGOMATURA, di USURA, o di RINFORZO TRANSITABILE.

- AGGREGATI

A1 – AGGREGATO GROSSO –

L'aggregato grosso è costituito da pietrischi e/o pietrischetti e dalla frazione delle graniglie trattenuta al crivello da 5 mm. le quali potranno avere natura litologica anche diversa ma comunque rispondente ai seguenti requisiti:

a) Per strati di BASE:

1. perdita in massa alla prova Los Angeles (CNR BU n° 34 del 28.3.73) inferiore al 30%;
2. presenza di ghiaie e ghiaietti ammessa fino ad un rapporto massimo del 50% in massa.

b) Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):

1. perdita in massa alla prova Los Angeles (CNR BU n° 34 del 28.3.73) inferiore al 25%;
2. indice dei vuoti delle singole pezzature (CNR fasc. IV/1953) inferiore a 0.80;
3. coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) inferiore a 0.015.

c) Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:

1. perdita in massa alla prova Los Angeles (CNR BU n° 34 del 28.3.73) inferiore al 20%;

2. indice dei vuoti delle singole pezzature (CNR fasc. IV/1953) inferiore a 0.85;
3. coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) inferiore a 0.015.

Si precisa inoltre:

- che i pietrischetti e le graniglie, devono provenire dalla frantumazione di (materiale litoide) rocce ignee, di natura preferibilmente silicea, costituiti da granuli duri, non lamellari o lenticolari, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, non idrofili, puliti da sostanze estranee ed esenti da polveri (comunque sostanzialmente uniforme, compatto ed esente da parti alterate); devono avere i requisiti richiesti per la IV categoria della tabella III (fascicolo N.4 delle norme predette) per quanto riguarda il misto bituminoso ed il binder; per quanto si riferisce allo strato d'usura, sarà impiegata una miscela di graniglie di I e II categoria con percentuale della graniglia di I categoria non inferiore al 30%. Le caratteristiche dell'aggregato grosso dovranno essere tali da assicurare la realizzazione di superfici di transito resistenti allo slittamento dei pneumatici degli autoveicoli in qualsiasi condizione ambientale e meteorologica: tale caratteristica dovrà essere mantenuta entro limiti di sicurezza accettabili per almeno 5 anni.

- che i pietrischetti e le graniglie devono inoltre essere costituiti da elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi e superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei;

A2 – AGGREGATO FINE –

L'aggregato fine è costituito alla frazione di materiale passante al crivello da 5 mm. e dalle sabbie sia naturali che di frantumazione che dovranno comunque soddisfare le prescrizioni dell'art. 5 delle norme CNR fasc. IV/1953 sopra richiamato ed in particolare: equivalente in sabbia (CNR BU n° 27 del 30.03.72) non inferiore a 60.

Le sabbie, naturali o di frantumazione, devono essere di natura prevalentemente silicea, vive, ruvide al tatto, pulite ed esenti da polvere o altro materiale estraneo, e devono avere, inoltre, una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%;

A3 – ADDITIVI MINERALI (FILLERS) –

Gli additivi minerali saranno costituiti da polveri di rocce calcaree o da cemento o calce idrata e dovranno risultare alla vagliatura per via secca, interamente passanti al setaccio UNI da 0.18 mm. e per almeno il 70% passanti al setaccio UNI da 0.075 mm. Per lo strato d'usura, su richiesta della D.L., il filler potrà essere costituito da polvere di rocce asfaltiche contenente dal 6% al 8% di bitume avente penetrazione inferiore a 150 dmm. Per fillers diversi da quelli indicati dovrà essere richiesta preventiva approvazione della D.L..

-(che gli additivi devono provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente calcaree, che possono essere sostituite da cemento calce idrate e filler asfaltico).

Saranno rifiutati i pietrischi, pietrischetti e graniglie contenenti una percentuale elevata di elementi piatti e allungati.

A4 – BITUMI –

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi sarà esclusivamente del tipo semisolido e rispondente alle prescrizioni relative alle norme CNR BU n° 68 del 23/5/1978. Salvo diverso avviso della D.L., il bitume avrà penetrazione 80-100 dmm. Per gli strati di base, binder e risagomatura e di 50-70 dmm. per gli strati d'usura.

L'indice di penetrazione del bitume (Determinazione UNI 4163 del febbraio 1959) dovrà essere più elevato possibile (cioè implicando che la suscettività termica dello stesso dovrà essere la più bassa possibile) e comunque maggiore o uguale a -1.

Per gli strati d'usura e di rinforzo transitabile saranno impiegati attivanti di adesione nella proporzione ottimale risultante dalle prove di laboratorio. In tal caso l'attivante dovrà essere aggiunto all'atto del travaso del bitume nella cisterna di deposito ed opportunamente mescolato fino ad ottenere una perfetta omogeneità di miscelazione. L'onere dell'impiego dell'attivante sarà a totale carico dell'Impresa.

(Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - fascicolo N. 2 - CNR - Ed. 1951 e sarà del tipo di penetrazione 80/100.)

A5 – ATTIVANTI DI ADESIONE –

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati, anche in relazione alla natura litologica dell'aggregato, dovranno essere impiegate sostanze chimiche speciali attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività) da utilizzare negli strati di base, collegamento ed usura.

Il dosaggio potrà variare a seconda della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto tra lo 0,3% e lo 0,6% del bitume da trattare. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori. Per verificare che l'attivante sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato, la Direzione Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione di bitume additivato che dovrà essere provato su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei etc.) od artificiali tipo ceramico od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione di miscele bitume-aggregato eseguita secondo le modalità della norma A.S.T.M- D 1664/80, procedimento 8.4: la prova si riterrà soddisfatta per risultati di spogliazione max del 5%.

In alternativa si potrà valutare la riduzione di resistenza meccanica (DELTA %) a rottura e di rigonfiamento del conglomerato bituminoso mediante la prova Marshall secondo le norme CNR BU 149/1992.

A6 – BITUME O RESINE MODIFICATE –

Per applicazioni impegnative e, comunque, per modificare le caratteristiche reologiche dei leganti bituminosi o delle resine, a giudizio della D.L., al fine di incrementare le prestazioni dei conglomerati, dovranno essere impiegati bitumi o resine opportunamente additate con polimeri. Ciò determina, nei bitumi o nelle resine modificate, un aumento dell'intervallo di plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica, un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità.

Conseguentemente nei conglomerati tale modifica del legante comporterà una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed una migliore resistenza a fatica.

Il dosaggio dei polimeri potrà variare a seconda della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto tra il 4% ed il 6% in peso del bitume da trattare.

I dati della caratterizzazione chimico-fisica e reologica del legante elastomerizzato dovranno rientrare tra quelli di seguito indicati:

BITUMI MODIFICATI CON ELASTOMERI SBS	METODI DI PROVA	CARATTERISTICHE
Punto di rammollimento P.A.	CNR 35/73	55 – 65 °C
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 – 70 dmm
Indice di penetrazione	UNI 4163	+0.5 - +2.5
Punto di rottura Fraass	CNR 43/74	<= -15 °C
Intervallo elasto-plastico	P.A. – Fraass	>= +70 °C
Duttilità a 25 °C	CNR 44/74	>= 100 cm
Viscosità dinamica	Pa * s	
60 °C	ASTM D 3205	>= 2300
160 °C	ASTM D 3205	>= 0.25 – 0.40
180 °C	ASTM D 3205	>= 0.10 – 0.30
Densità a 25 °C	CNR 67/78	1.02 – 1.05
Ritorno elastico		
10 °C	prova 1 DIN 52013	>= 70%
25 °C	prova 1 DIN 52013	>= 80%
Stabilità allo stoccaggio a caldo prova 1 DIN 52013	prova 2	<= 2
Determinazione del ritorno elastico dei bitumi modificati		

1. Scopo della prova - Serve a valutare il ritorno elastico dei bitumi modificati mediante misure dirette effettuate in determinate condizioni su provini sottoposti a deformazione di trazione nel duttilometro di cui alla norma CNR BU n° 44 del 29.10.1974.

2. Apparecchiatura di prova – Si fa riferimento alla norma CNR BU 44/74 con l'avvertenza che, alla temperatura di prova, la densità del bagno d'acqua del duttilometro e quella del provino di bitume in esame (CNR BU n° 67 del 22.5.1978) debbono essere praticamente uguali. A tale scopo, all'occorrenza, la densità del liquido del bagno deve essere modificata additivando il bagno con alcool metilico o cloruro di sodio.

3. Preparazione del campione – Si rimanda alla norma CNR BU 44/74 raccomandando di riscaldare il campione alla temperatura più bassa possibile e comunque non superiore ai 150 °C.

4. Preparazione dei provini – Si rimanda alla norma CNR BU n° 44/74.

5. Temperatura di prova – La prova può essere effettuata a qualsiasi temperatura compresa fra i 5 °C ed i 25 °C che va mantenuta costante per tutta la durata della prova stessa con una tolleranza di + o – 0.5 °C; normalmente viene adottata una delle seguenti temperature: +10 °C, +15 °C, +25 °C.

6. Esecuzione della prova – Nel bagno d'acqua del duttilometro, condizionato alla temperatura di prova, si assicurano gli anelli delle due ganasce del provini agli appositi attacchi e si procede al mutuo allontanamento delle stesse con la velocità costante di 5 cm/min. + o – 5% fino ad ottenere un allungamento del provino pari a 20 + o – 0.1 cm.. A tal punto si arresta il movimento di allungamento e si lascia riposare il provino per 5 minuti, quindi lo si taglia a metà lunghezza con la forbice. Trascorsi altri 60 minuti si misura il ritorno elastico R.E. che è dato dalla distanza formatasi tra le due estremità libere del provino, espresse in cm., con l'approssimazione della prima cifra decimale. La determinazione si considera normale ed il risultato accettabile quando il provino di bitume fra le due ganasce, sia in fase di allungamento che in quella di ritorno libero, non viene mai a contatto con la superficie o con il fondo del bagno del duttilometro. In difetto, la determinazione deve essere rifatta, dopo aver ulteriormente modificato la densità del liquido del bagno come indicato in precedenza, in modo che nessuna parte del provino salga in superficie o tocchi il fondo del bagno.

7. Espressione dei risultati – Per ogni determinazione normale, il ritorno elastico R.E. deve essere espresso in percentuale dell'allungamento del provino:

$$R.E. \% = 100 R.E. / 20$$

Il risultato R.E.% della prova è dato dalla media aritmetica dei tre valori ottenuti da tre determinazioni normali, a condizione che la maggior differenza tra i valori non superi il 15% di tale media.

Temperature tipiche:

- Stoccaggio:

fino a 3 giorni

fino a circa 15 giorni

prolungato

- Pompabilità

max 170 °C

140 – 150 °C

90 – 100 °C

> 125 °C

- Impasto 160 – 170 °C
- Spruzzatura 165 – 170 °C

prova 2

Prova di verifica della stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo

a) Scopo della prova – Questo metodo serve a valutare la stabilità di un bitume modificato allo stoccaggio a caldo e si effettua mediante la determinazione della differenza del punto di rammollimento P.A. del terzo superiore e del terzo inferiore di un provino di cilindrico del bitume in esame, dopo averlo mantenuto per tre giorni alla temperatura massima di stoccaggio.

b) Apparecchiatura di prova –

- Tubetti cilindrici di diametro pari a 3 cm. circa, di altezza pari a 16 cm., in alluminio sottile, pieghevole, non verniciato;
- Stufa con regolazione termostatica fino a 200 °C con precisione di $\pm 0 - 1$ °C;
- Freezer;
- Apparecchiatura per la determinazione del punto di rammollimento P.A. del bitume (CNR BU n° 35/1973).

c) Procedimento – Dopo aver chiuso un tubetto ad una estremità stringendola e ripiegandola più volte per un totale di 3 cm. circa in modo da ottenere un fondo piatto, vi si versa 75g. circa di bitume riscaldato

d) alla temperatura minima di colabilità evitando inclusione di aria e lo si lascia raffreddare completamente; la parte superiore del tubetto di prova viene allora stretta e piegata ripetutamente in maniera da ottenere assenza di aria all'interno. Il tubetto così preparato viene sistemato verticalmente nella stufa e mantenuto per 3 giorni alla temperatura massima di stoccaggio corrispondente a quella massima di impiego del bitume modificato in esame. Al termine, si toglie il tubetto dalla stufa e, dopo il raffreddamento a temperatura ambiente, lo si raffredda ulteriormente in freezer in modo che il provino di bitume possa essere separato dall'involucro di alluminio. Tagliato il provino perpendicolarmente al suo asse in tre parti di uguale altezza e scartata quella centrale, si determina separatamente il punto di rammollimento P.A. sulla parte inferiore e su quella superiore con l'approssimazione della prima cifra decimale.

e) Espressione dei risultati – La stabilità allo stoccaggio a caldo è espressa dalla differenza fra i punti di rammollimento delle due parti estreme del provino.

f) Valutazione ed accettazione dei risultati – Il bitume si considera stabile allo stoccaggio a caldo se la differenza valutata come sopra non supera i 2 °C.

Formazione e confezione degli impasti.

(Per tale additivo si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico-chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.)

B – COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

B1 – STRATO DI BASE

a) Descrizione –

Lo strato di base è costituito da un misto granulare da ghiaia (pietrisco), sabbia, additivo (passante al setaccio 0.075), impastato con bitume a caldo e sostanze attivanti l'adesione bitume-inerte (dopes di adesività) previo riscaldamento degli inerti, steso in opera mediante vibrofinitrice negli spessori di progetto salvo diverse indicazioni della D.L..

b) Materiali inerti –

Saranno impiegati ghiaie, frantumati, sabbie e additivi con le seguenti dimensioni:

- Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato e comunque il Dmax dovrà essere inferiore ad $\frac{1}{2}$ dello spessore finito dello strato di miscela in esame.
- La granulometria dovrà essere compresa nel fuso di seguito descritto, avere andamento continuo ed uniforme e praticamente concorde con quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI Passante % totale in peso

Crivello 40 100

Crivello 30 80-100

Crivello 25 70-95

Crivello 15 45-70

Crivello 10 35-60

Crivello 5 25-50

Setaccio 2 20-40

Setaccio 0.4 6-20

Setaccio 0.18 4-14

Setaccio 0.075 4-8

c) Legante –

Come legante verranno impiegati bitumi dai requisiti prescritti dalle norme per l'accettazione dei bitumi del CNR BU n° 68 del 23.05.1978, comunque additivato con dopes di adesività.

La penetrazione del bitume sarà normalmente di 80-100 dmm. Salvo diversamente prescritto dalla D.L..

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra il 3.5% ed il 4.5%.

d) Miscela inerti-legante –

La composizione adottata non dovrà consentire deformazioni permanenti nello strato sotto carichi statici o dinamici nemmeno alle alte temperature estive mentre dovrà essere sufficientemente flessibile per poter seguire eventuali assestamenti del sottofondo sotto gli stessi carichi.

Il conglomerato avrà i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60 °C con 75 colpi di pestello per faccia sul provino, dovrà risultare non inferiore a 700 kg.;
- lo scorrimento Marshall misurato sugli stessi provini dovrà essere compreso tra 2 e 4 mm.;
- la rigidità Marshall, rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 250 kg/mm.;
- la percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa tra il 4% ed il 7%.
- I valori di stabilità e scorrimento dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento.

e) Preparazione –

Gli impasti verranno eseguiti a mezzo di impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere, e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra 120°C. e 160°C degli aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno tre categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo per attivare l'adesione bitume-aggregato. All'atto del mescolamento la temperatura degli aggregati dovrà essere compresa tra i 150°C ed i 170°C mentre quella del legante tra i 150 °C ed i 180 °C.

f) Posa in opera –

La miscela verrà stesa sul piano finito della fondazione in condizioni meteorologiche idonee mediante vibrofinitrice a temperatura non inferiore ai 130 °C in strati finiti di spessore non inferiore a 5 cm e non superiore a 10 cm.. La rullatura avverrà in due tempi: a temperatura ancora elevata mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia ed in un secondo tempo mediante rulli pesanti anche gommati di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta. A compattazione ultimata, lo strato di base dovrà avere una percentuale di vuoti residui non superiore al 10%.

B2 – STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI RISAGOMATURA

a) Descrizione –

Lo strato di base è costituito da un misto granulare da pietrischetti, graniglie, sabbia, additivo (passante al setaccio 0.075) secondo le definizioni dell'art. 1 delle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali del CNR fascicolo IV/1953, impastato con bitume a caldo e sostanze attivanti l'adesione bitume-inerte (dopes di adesività) previo riscaldamento degli inerti, steso in opera mediante vibrofinitrice negli spessori di progetto salvo diverse indicazioni della D.L. e compattato con rulli gommati e lisci.

b) Materiali inerti –

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie costituiti da elementi poliedrici sani, duri, durevoli, non idrofili, a spigoli vivi e superficie ruvida esenti da polveri e materiali estranei.

- Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato e comunque il Dmax dovrà essere inferiore ad 1/2 dello spessore finito dello strato di miscela in esame.
- La granulometria dovrà essere compresa nel fuso di seguito descritto, avere andamento continuo ed uniforme e praticamente concorde con quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI Passante % totale in peso

Crivello 25	100
Crivello 15	65-100
Crivello 10	50-80
Crivello 5	30-60
Setaccio 2	20-45
Setaccio 0.47	25
Setaccio 0.18	5-15
Setaccio 0.075	4-8

- La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma CNR BU n° 34 del 28.03.1973 dovrà risultare inferiore al 25%.

c) Legante –

Come legante verranno impiegati bitumi dai requisiti prescritti dalle norme per l'accettazione dei bitumi del CNR BU n° 68 del 23.05.1978, comunque additivato con dopes di adesività.

La penetrazione del bitume sarà normalmente di 80-100 dmm., salvo diversamente prescritto dalla D.L..

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra il 3.5% ed il 4.5%.

L'Indice di Penetrazione (UNI 4163) dovrà risultare ≥ 0 o -1 .

Il prelevamento dei campioni verrà eseguito secondo la norma CNR BU n° 81 del 31.12.1980.

d) Miscele -

Il conglomerato avrà i seguenti requisiti che verranno controllati anche in corso d'opera a discrezione della D.L.:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60 °C con 75 colpi di pestello per faccia sul provino, dovrà risultare non inferiore a 900 kg. (CNR BU n° 30 del 15.03.1973);
- lo scorrimento Marshall misurato sugli stessi provini dovrà essere compreso tra 2 e 4 mm.;
- la rigidità Marshall, rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300 kg/mm.;
- la percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa tra il 3% ed il 7%. (CNR BU n° 39 del 23.03.1973);
- I valori di stabilità e scorrimento dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento.

e) Preparazione -

Gli impasti verranno eseguiti a mezzo di impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere, e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra 120°C. e 160°C degli aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno tre categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo per attivare l'adesione bitume-aggregato. All'atto del mescolamento la temperatura degli aggregati dovrà essere compresa tra i 150°C ed i 170°C mentre quella del legante tra i 150 °C ed i 180 °C.

f) Posa in opera -

La miscela verrà stesa in condizioni meteorologiche idonee, previa un'accurata pulizia del piano di posa e la successiva stesa di mano d'ancoraggio in emulsione bituminosa al 55% in ragione di 0.500 kg./mq., mediante vibrofinitrice a temperatura non inferiore ai 130 °C in strati finiti di spessore conforme a quello di progetto. La rullatura avverrà in due tempi: a temperatura ancora elevata mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia ed in un secondo tempo mediante rulli pesanti anche gommati di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta. A compattazione ultimata, lo strato di binder dovrà avere una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 9%. Lo strato di binder compattato dovrà risultare a superficie ruvida, non scivolosa.

A cura e spese dell'Impresa dovrà essere effettuato giornalmente:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
 - la verifica delle qualità e caratteristiche del bitume;
 - un'analisi granulometrica e quantitativa di tutti i componenti la miscela all'uscita dal mescolatore;
- Dovranno inoltre essere controllate con frequenza opportuna le temperature degli aggregati e del bitume a tal fine gli essiccatori, le caldaie e le tramogge saranno munite di termometri fissi.

L'Impresa è tenuta a fornire prove di laboratorio anche per il controllo delle caratteristiche del conglomerato finito.

- Posa in opera degli impasti.

La posa in opera degli impasti avverrà soltanto dopo che la D.L. avrà eseguito le dovute verifiche degli strati sottostanti e previa spalmatura di un velo legante di bitume liquido come specificato per i singoli strati. La posa in opera degli impasti verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla D.L. in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la loro confezione, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tali da ridurre al minimo il controllo umano.

Il materiale verrà disteso a temperatura non inferiore a 120°C. e sarà compresso con rulli meccanici tandem a rapida inversione di marcia del peso di 6/8 tonnellate.

La rullatura avverrà a miscela bituminosa ancora calda e quindi il rullo tandem dovrà seguire dappresso la finitrice, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 10/14 tonnellate.

Lo strato ultimato dovrà risultare di spessore uniforme, e delle dimensioni precisate nei disegni di progetto.

In corrispondenza dei tratti d'interruzione del lavoro e dei margini della pavimentazione si procederà alla spalmatura con uno strato di bitume a caldo allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

La superficie sarà priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga m. 4 posta su di essa avrà la faccia di contatto distante al massimo mm. 5 e solo in qualche punto singolare dello strato.

a) Strato di base (misto bitumato)

La miscela dovrà essere predisposta in maniera da ottenere in laboratorio i seguenti valori:

- Stabilità alla prova Marshal eseguita a 60°: non inferiore a 700 Kg.
- Volume dei vuoti residui a costipamento finito nei provini Marshal: 10% massimo (con provini costipati con 75 colpi per faccia).

- Indice di scorrimento Marshal: compreso tra 2 e 4 mm.

Le prove effettuate su campioni prelevati in sito (carote), dovranno dare i seguenti valori:

- Stabilità alla prova Marshal eseguita a 60° non inferiore a Kg. 650.

- Indice di scorrimento Marshal: compreso tra 2 e 4 mm.
- Volume dei vuoti residui a costipamento finito nei provini Marshal: massimo 13% (con provini costipati con 75 colpi per faccia).

b) Strato di collegamento (binder)

Granulometria

A titolo di base, per lo studio della curva granulometrica definitiva si prescrive la formula seguente:

Tipo del vaglio Percentuale, in peso, di aggregati. Passaggio per il vaglio a fianco segnato

3/4" (mm. 19,1)	100	
1/2" (mm. 12,7)	65-100	
1/4" (mm. 6,35)	45- 73	
n. 4 serie ASTM	(mm. 4,76)	37- 64
n. 10 serie ASTM	(mm. 2,00)	20- 45
n. 40 serie ASTM	(mm. 0,47)	7- 25
n. 80 serie ASTM	(mm. 0,177)	5- 15
.200 serie ASTM	(mm. 0,074)	4- 8

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire, a suo carico presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto, prove sperimentali sui campioni preparati con pietrischetti, sabbie e additivi ai fini della designazione della composizione da adottarsi.

Per il passante al n. 40, l'indice di plasticità non deve superare 6.

La D.L. sulla base dei risultati di dette prove ufficialmente documentate (caratteristiche dei materiali componenti, misura dei vuoti contenuti nei vari miscugli) si riserva di dare l'approvazione sul miscuglio prescelto.

Tale approvazione non esonera in alcun modo la responsabilità dell'Impresa sul raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

- Tenore del bitume:

Il tenore del bitume da mescolare negli impasti, espresso in misura percentuale del peso a secco degli aggregati della miscela, dovrà essere compreso fra il 4,5% ed il 5,5%.

- Prove preliminari sulla miscela.

L'Impresa è tenuta a far eseguire presso un Laboratorio ufficialmente riconosciuto prove sperimentali intese a determinare la miscela ottimale, con particolare riferimento al dosaggio del bitume, del filler, al fine del raggiungimento dei seguenti valori:

- stabilità alla prova Marshall eseguita a 60°C. non inferiore a kg.850;
- indice di scorrimento Marshall compreso tra mm. 2 e 3,5;
- volume dei vuoti residui a costipamento finito nei provini Marshall compreso fra il 3 ed il 9%. (con provini costipati con 75 colpi per faccia).

Inoltre il valore di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 250.

I risultati di tali prove, e di tutte quelle che la D.L. si riserverà di ordinare dovranno essere esibiti alla D.L. che subordonerà l'autorizzazione alla stesura del conglomerato al raggiungimento dei valori inderogabili sopraindicati, senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Resta inteso che ove le prove sperimentali indichino che il raggiungimento di tali valori comporti una variazione del fuso (es. aumento del filler) e/o un aumento del bitume, l'Impresa dovrà apportare tali variazioni senza aumento dei prezzi e senza aver diritto a compenso alcuno.

Durante la fase di posa in opera la D.L. potrà verificare la corrispondenza del materiale impiegato e qualora le caratteristiche non siano riscontrate corrispondenti a quelle delle prove preliminari, l'Impresa dovrà immediatamente sospendere i lavori e rivedere il processo produttivo.

Preparazione del piano di posa.

Prima della stesura dello strato di collegamento si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da ricoprire, mediante spazzola o soffiatore meccanico allo scopo di eliminare qualsiasi sporcizia o altro materiale sciolto non idoneo.

Verrà poi sparso il legante di ancoraggio, che sarà costituito in emulsione bituminosa al 55% in ragione di kg. 0,500 per ogni metro quadrato.

- Requisiti del binder in opera.

Il conglomerato bituminoso, oltre che soddisfare i valori sopra indicati, deve presentare in opera, a cilindratura finita, un volume dei vuoti residui non superiore al 10% (dieci per cento).

B3 – STRATO DI USURA (TAPPETO)

a) Descrizione –

Lo strato di usura è costituito da un misto granulare da pietrischetti, graniglie, sabbia, additivo (passante al setaccio 0.075) secondo le definizioni dell'art. 1 delle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali del CNR fascicolo IV/1953, impastato con bitume a caldo o altro tipo di legante e sostanze attivanti l'adesione bitume-inerte (dopes di adesività) previo riscaldamento degli inerti, steso in opera mediante vibrofinitrice negli spessori di progetto salvo diverse indicazioni della D.L. e compattato con rulli gommati e lisci.

b) Materiali inerti –

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie costituiti da elementi poliedrici sani, duri, durevoli, non idrofili, a spigoli vivi e superficie ruvida esenti da polveri e materiali estranei.

- Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato e comunque il Dmax dovrà essere inferiore ad $\frac{1}{2}$ dello spessore finito dello strato di miscela in esame.

- La granulometria dovrà essere compresa nel fuso di seguito descritto, avere andamento continuo ed uniforme e praticamente concorde con quello delle curve limite di seguito indicate:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70-100
Crivello 5	43-67
Setaccio 2	25-45
Setaccio 0.4	12-24
Setaccio 0.18	7-15
Setaccio 0.075	6-11

- La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma CNR BU n° 34 del 28.03.1973 dovrà risultare inferiore al 20%.

c) Legante –

Come legante verranno impiegati bitumi dai requisiti prescritti dalle norme per l'accettazione dei bitumi del CNR BU n° 68 del 23.05.1978, comunque additivato con dopes di adesività.

La penetrazione del bitume sarà normalmente di 50-70 dmm., salvo diversamente prescritto dalla D.L..

La percentuale di legante riferita al peso degli inerti dovrà essere compresa tra il 4.5% ed il 6.0%.

In alternativa, secondo quanto previsto in Elenco Prezzi il tappeto di usura dovrà essere realizzato utilizzando legante trasparente in ragione del 4,5-6% sul peso degli aggregati, a caldo e modificato con Stirene-Butadiene-Stirene.

d) Miscela -

Il conglomerato avrà i seguenti requisiti che verranno controllati anche in corso d'opera a discrezione della D.L.:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60 °C con 75 colpi di pestello per faccia sul provino, dovrà risultare non inferiore a 1000 kg. (CNR BU n° 30 del 15.03.1973);

- lo scorrimento Marshall misurato sugli stessi provini dovrà essere compreso tra 2 e 4 mm.;

- la rigidità Marshall, rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300 kg/mm.;

- la percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa, al termine della rullatura tra il 4% ed il 8%. (CNR BU n° 39 del 23.03.1973);

- I valori di stabilità e scorrimento dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento.

e) Preparazione -

Gli impasti verranno eseguiti a mezzo di impianti di potenzialità proporzionata all'entità complessiva del lavoro da compiere, e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la depurazione della polvere ed il riscaldamento a temperature comprese tra 120°C. e 160°C degli aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta di dosare almeno tre categorie tra pietrischetti e sabbie già vagliate prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume a temperatura e viscosità uniforme fino al momento dell'impasto; il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo per attivare l'adesione bitume-aggregato. All'atto del mescolamento la temperatura degli aggregati dovrà essere compresa tra i 150 °C ed i 170 °C mentre quella del legante tra i 150 °C ed i 180 °C.

f) Posa in opera –

La miscela verrà stesa in condizioni meteorologiche idonee, previa un'accurata pulizia del piano di posa e la successiva stesa di mano d'ancoraggio in emulsione bituminosa al 55% in ragione di 0.500 kg./mq., mediante vibrofinitrice a temperatura non inferiore ai 130 °C e comunque non inferiore a quanto disposto dalla D.L. o a quanto previsto nell'elaborato "Elenco Prezzi Unitari" in strati finiti di spessore conforme a quello di progetto. La rullatura avverrà in due tempi: a temperatura ancora elevata mediante rulli a tandem leggeri a rapida inversione di marcia ed in un secondo tempo mediante rulli pesanti, anche gommati, di peso idoneo ad assicurare il raggiungimento della densità prescritta. A compattazione ultimata, lo strato di usura dovrà avere una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 8%. Lo strato di usura compattato dovrà risultare a superficie ruvida, non scivolosa e ad elevata resistenza all'usura superficiale.

c) Tappeto di usura.

- Granulometria.

A titolo di base per lo studio della curva granulometrica definitiva, si prescrive la formula seguente:

Tipo del vaglio

Percentuale, in peso, del passante per il vaglio a fianco segnato

1/2" (mm. 12,7) 100

3/8 (mm. 9,52) 80-100

n. 4 serie ASTM	(mm. 4,76)	47- 73
n. 10 serie ASTM	(mm. 2,00)	30- 50
n. 40 serie ASTM	(mm. 0,47)	12- 25
n. 80 serie ASTM	(mm. 0,177)	8- 16
n.100 serie ASTM	(mm. 0,074)	6- 10

Il passante n. 40 non deve avere indice di plasticità superiore a 6.

Per quanto si riferisce alle prove sperimentali vale quanto detto per lo strato di collegamento (binder).

- Tenore del bitume.

Il tenore del bitume da mescolare negli impasti, espresso in misura percentuale del peso a secco degli aggregati della miscela, sarà compreso fra il 5 ed il 7%.

- Prove preliminari sulla miscela.

Si rimanda a quanto prescritto in generale per il binder, salvo i diversi requisiti sottoelencati, da effettuarsi su provini Marshall costipati con 75 colpi per faccia:

- Stabilità Marshall non inferiore a kg. 900.

- Indice di scorrimento Marshall compreso tra mm. 2 e 4.

- Il valore di rigidità Marshall, cioè il rapporto fra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

- Volume dei vuoti residui non superiore al 6% né inferiore al 3%.

- Impermeabilità totale. Un campione sottoposto alla prova con colonna d'acqua di cm. 10 d'altezza, dopo 72 ore non deve presentare tracce di passaggio d'acqua.

L'autorizzazione alla stesura del conglomerato, da parte della D.L., è subordinato al preliminare raggiungimento dei sopraelencati valori senza che tale approvazione riduca la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera. Un aumento del filler e/o del bitume che si rendessero necessari per il raggiungimento dei valori suddetti non sarà motivo di variazione dei prezzi né di alcun compenso. Durante la fase di posa in opera la D.L. potrà verificare la corrispondenza del materiale impiegato e qualora le caratteristiche non siano riscontrate corrispondenti a quelle delle prove preliminari, l'Impresa dovrà immediatamente sospendere i lavori e rivedere il processo produttivo.

- Preparazione del piano di posa.

Qualora la posa in opera del tappeto di usura non segua immediatamente quella dello strato di collegamento (binder) sottostante, si procederà ad un'accurata pulitura della superficie da ricoprire mediante energico lavaggio e ventilazione ed alla spalmatura di un velo continuo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di kg. 0,300 per ogni metro quadrato.

- Requisiti del tappeto di usura in opera.

Il conglomerato bituminoso o comunque ottenuto con leganti trasparenti destinato alla formazione del tappeto di usura oltre che soddisfare i valori sopraelencati dovrà avere i seguenti requisiti:

- elevata resistenza all'usura superficiale;

- elevata ruvidità della superficie, tale da non renderla scivolosa;

- il volume dei vuoti residui nello strato in opera, a cilindratura finita, non dovrà superare il 7% né essere inferiore al 4%.

B4 – STRATO DI USURA (TAPPETO) CON BITUMI o RESINE MODIFICATI

Ferme restando tutte le prescrizioni sopra enunciate per i tappeti, nel caso di strati d'usura confezionati con bitumi o resine modificati, le caratteristiche della miscela dovranno rispettare i valori di seguito indicati:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60 °C con 75 colpi di pestello per faccia sul provino, dovrà risultare non inferiore a 1200 kg. (CNR BU n° 30 del 15.03.1973);

- lo scorrimento Marshall misurato sugli stessi provini dovrà essere compreso tra 2 e 4 mm.;

- la rigidità Marshall, rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 350 kg/mm.;

- la percentuale di vuoti sui provini Marshall dovrà essere compresa, al termine della rullatura tra il 3% ed il 6%. (CNR BU n° 39 del 23.03.1973);

- lo stesso valore sarà richiesto per determinazioni di stabilità, scorrimento ed indice di vuoti eseguite a distanza di tempo previo riscaldamento del provino.

- I valori di stabilità e scorrimento dovranno essere raggiunti dalle miscele prelevate in cantiere immediatamente prima della stesa e del costipamento.

B5 – CONGLOMERATO DI TIPO GRENU

Al fine di realizzare conglomerati ad alta aderenza per evitare fenomeni di aquaplaning si utilizzerà, ove previsto, una miscela composta secondo le seguenti caratteristiche ferme restando tutte le altre caratteristiche sopra richiamate per i manti d'usura:

a) Materiali inerti –

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie costituiti da elementi poliedrici sani, duri, durevoli, non idrofili, a spigoli vivi e superficie ruvida esenti da polveri e materiali estranei.

- Le dimensioni massime dell'aggregato saranno stabilite dalla D.L. in funzione dello spessore finito dello strato e comunque il Dmax dovrà essere inferiore ad ½ dello spessore finito dello strato di miscela in esame.

- La granulometria dovrà essere compresa nel fuso di seguito descritto, avere andamento continuo ed uniforme e praticamente concorde con quello delle curve limite di seguito indicate:

Serie crivelli e setacci UNI Passante % totale in peso

Crivello 16 100

Crivello 12.50 90-100

Crivello 8 19-22

Setaccio 2 16-18

Setaccio 0.4 14-17

Setaccio 0.075 12-15

- La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma CNR BU n° 34 del 28.03.1973 dovrà risultare inferiore al 20%.

b) Legante –

Il legante da impiegare sarà costituito da bitume modificato con elastomeri idonei in ragione del 5% in peso di bitume e dovrà possedere caratteristiche conformi a quelle del precedente punto A6.

La miscela verrà confezionata e posta in opera, a temperatura $\geq 140^{\circ}\text{C}$ con le medesime prescrizioni sopra indicata per i manti d'usura.

B5 – CONGLOMERATI DRENANTI E FONOASSORBENTI

a) Caratteristiche dei materiali –

La miscela di aggregati lapidei avrà origine eruttiva-magmatica (basalti, dioriti porfidi, quarziferi, graniti). Ciascuna classe granulometria, omogenea e costante, dovrà provenire esclusivamente dalla frantumazione delle rocce sopra indicate. Anche le sabbie (frazione 2 - 4) proverranno dalla frantumazione dei suddetti materiali.

- La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la norma CNR BU n° 34 del 28.03.1973 dovrà risultare inferiore al 18%.

• Filler

Qualora il contenuto di elementi inferiore agli 80 micron presenti nelle sabbie di frantumazione 0-4 e 0-2, necessarie alla formazione della miscela, sia insufficiente dovrà essere prevista aggiunta di additivi provenienti da macinazione di rocce calcaree o costituiti da calce idrata.

Il filler prescelto in accordo con la D.L., dovrà soddisfare i requisiti stabiliti dalla norma ASTM D 546.

Setacci ASTM - MASH Passante % in peso

n. 30 100

n. 100 90

n. 200 65

- Con riferimento alla quantità di filler passante per via umida al setaccio n. 200, più del 50% deve passare per via secca allo stesso setaccio e nella composizione granulometria dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata.

b) Legante –

Il legante bituminoso da utilizzare dovrà possedere elevate caratteristiche elastomeriche con un'ampia capacità di deformazione ed un ritorno elastico durevole anche alle basse temperature. Il bitume modificato dovrà rispondere integralmente ai requisiti di cui al precedente punto A6.

c) Miscela –

Per le miscele da confezionare per tappeti drenanti e fonoassorbenti dovrà adottarsi una composizione granulometria contenuta all'interno del seguente fuso: i punti estremi del fuso potranno essere variati solo dietro parere preventivo della D.L.-

Serie crivelli e setacci UNI Passante % totale in peso

Crivello 25 100

Crivello 20 85-100

Crivello 16 20-35

Setaccio 2 10-18

Setaccio 0.075 3-6

d) Requisiti del conglomerato –

L'Impresa è tenuta a presentare, entro e non oltre 10 giorni dalla data d'inizio dei lavori, la composizione della miscela che intende impiegare ed il relativo tenore di bitume modificato, corredata della certificazione di laboratorio.

Il conglomerato, prelevato all'impasto o prima della stesa e confezionato in provini impermeabilizzati con nastro adesivo escludendo la paraffina, dovrà possedere i seguenti requisiti:

1. Elevatissima resistenza meccanica;
2. il valore della resistenza a trazione indiretta, alla temperatura di 25°C su provini Marshall (75 colpi per faccia), dovrà risultare maggior di 0.7 kg/cm^2 ;
3. gli stessi provini dovranno presentare una percentuale di vuoti liberi tra il 18% ed il 20%;
4. la quantità di bitume non dovrà discostarsi dalla percentuale stabilita di oltre $\pm 0.2\%$;
5. Anche su "carote" prelevate in sito la percentuale di vuoti residui dovrà essere compresa tra il 18% ed il 20 %.

13 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE

13.1 CARATTERISTICHE TECNICHE SEGNALETICA VERTICALE

1-PARTI METALLICHE

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di ferro di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm. o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99 % (Norma UNI 4507) dello spessore non inferiore a 25/10 di mm. Qualora le dimensioni dei segnali superassero la superficie di mq.1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali .

Le frecce di direzione dovranno essere rinforzate mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, da due traverse di irrigidimento completamente scanalate, adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni .

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistente alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un numero sufficiente di bulloncini zincati .

I cartelli in lamiera di ferro dopo avere subito il trattamento di decappaggio, che consiste nella pulitura del supporto mediante immersione in soluzione di acidi diluiti (solforico, cloridrico o fosforico) per asportare lo strato di ossido superficiale, passano al trattamento anticorrosivo Quest'ultimo consiste nel ricoprire tutta la superficie di uno strato continuo di fosfati metallici di ferro, zinco e manganese che, a causa dell'affinità di questi sali con il ferro della lamiera, aderiscono con tenacia al supporto, impedendone l'ossidazione per molti anni. Dopo questo trattamento la lamiera viene ricoperta con prodotti vernicianti di buona qualità.

I cartelli in lamiera di alluminio subiscono il seguente ciclo di verniciatura (Circ. Min. 01/07/1959 – 31/12/1965) :

Trattamento preverniciatura della lamiera

Applicazione fondo di ancoraggio

Applicazione mano di finitura

Stampa serigrafica di simboli e diciture in uno o più colori

Applicazione di un protettivo trasparente

1.1 Il trattamento preverniciatura consiste in una fosfo – cromatazione dell'alluminio che ha la duplice funzione di aumentare notevolmente la resistenza del metallo alla corrosione e rendere possibile l'ancoraggio della mano di fondo : I pezzi dopo questo trattamento sono caratterizzati dall'aspetto verde iridescente della superficie dovuto alla sottile pellicola di fosfati di cromo alluminio : Il trattamento viene eseguito ad immersione in vasche di acciaio inossidabile e si articola nelle seguenti operazioni :

1 vasca : Sgrassaggio

2 vasca : Lavaggio

3 vasca : Fosfo-cromatazione

4 vasca : Lavaggio

5 vasca : Essiccazione

2.1 l'applicazione del fondo viene eseguita ad immersione onde favorire la penetrazione dello stesso all'interno degli eventuali attacchi di sostegno posti sul retro dei cartelli e negli spigoli della scaturatura perimetrale .Il fondo corrosivo del tipo aria - forno è generalmente di colore grigio spessore 25-35 micron .Tale trattamento viene seguito da carteggiatura meccanica a secco .

3.1 la mano di finitura è costituita da una mano di smalto a forno a base di resine ureomelaminiche sia sul davanti che sul retro .Temperatura di cottura: 14°C - Durata 25' - spessore 25-35 micron .

4.1 il numero di stampe è in relazione a quello dei colori e vengono impiegate paste serigrafiche della più qualificata produzione .L'essiccazione avviene ad aria ed a forno, a seconda delle esigenze

5.1 L'applicazione del protettivo trasparente (finishing clear), che serve a migliorare ulteriormente la resistenza agli agenti atmosferici del trattamento di verniciatura viene fatta seguire da un passaggio al forno a 140° C per 25'.

Il ciclo di verniciatura sopra illustrato offre la massima garanzia in condizioni di normale esposizione verticale dei cartelli all'esterno.

Retro dei cartelli

Sul retro dei segnali ,di colore neutro opaco ,devono essere chiaramente indicati l'Ente o l'Amministrazione proprietari della strada il marchio della Ditta fabbricante il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali .

L'insieme delle predette annotazioni non può superare la superficie di cmq.200.

Attacchi

Ad evitare forature ,tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatti a sostegni in ferro tubolare diametro 48 e 60) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm.12 saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di mm.3 con due fori , nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da cm.7,5. A scelta della D.L. potranno essere impiegati per i segnali di indicazione elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili senza forature con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di Kg/m. 12.

Sostegni

I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decappaggio del grezzo dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123 si dovranno avere pesi minimi di Kg. 4,5 per il diametro da 60 mm. e di Kg.2,95 per il diametro di 48 mm.; la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa da apposito tappo a pressione in resina sintetica .

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi in alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123) con profilo ad IPE dimensionati per resistere ad una spinta di Kg.140 per mq ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI 3569 TA/16 dell'altezza di 40 mm.

I sostegni a portale dei tipi "a bandiera", "a farfalla" o "a cavalletto" saranno costruiti in tubolari di acciaio Fe352 a sezione quadra o rettangolare interamente zincati a caldo non verniciati .L'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe da un'altezza minima di m. 5,50 m. dal bordo inferiore dal piano viabile . La traversa per i tre tipi di portale sarà preferibilmente monotrave con portanti leggeri per il fissaggio delle targhe . I profili saranno ancorati al terreno mediante dado di fondazione in calcestruzzo idoneamente dimensionato ed eventualmente sottofondato secondo le caratteristiche del terreno, più piastre di base e tirafondi .

I calcoli di stabilità dei portali sia per la struttura che per la fondazione sono a cura e spese dell'appaltatore che rimane unico e solo responsabile e dovranno essere redatti secondo le norme vigenti (D.M. 30/10 /1978,G.U.M. 319 del 15/11/1978 e Circ.,Min.LLPP n.18591 del 09/11/1978), per garantire la completa stabilità della struttura in presenza di una pressione dinamica di 140 Kg/mq, velocità del vento pari a 150 km/h.

Detti calcoli dovranno essere tenuti a disposizione della Direzione Lavori da parte dell'appaltatore .

Faccia anteriore

Sulla faccia a vista dei supporti metallici preparati e verniciati come al precedente punto dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza - Classe 1 - o ad elevata efficienza - Classe 2 - aventi le caratteristiche di cui al disciplinare tecnico approvato con D.M. 23/06/1990. Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di Classe 1 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale . Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello ,nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola ,stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli .

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante della pellicola retroriflettente e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente . Per i segnali di indicazione il codice colori ,la composizione grafica ,la simbologia i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo codice della strada di cui il DPR 16/12/92 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni . L'impiego delle pellicole ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto e per i segnali : dare precedenza ,fermarsi e dare precedenza , dare precedenza a destra ,divieto di sorpasso nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione .Il predetto impiego è facoltativo per i segnali : divieto di accesso ,limiti di velocità direzione obbligatoria delineatori speciali

Posa in opera

I segnali con i relativi sostegni devono essere posti in opera secondo le prescrizioni tecniche ed i piani segnaletici forniti dalla Direzione Lavori . Le prescrizioni per l'installazione dei segnali verticali devono rispondere a quanto citato nell'art.81 del regolamento di esecuzione ed attuazione del codice della strada di cui il DPR n.495/92 e successive modifiche ed integrazioni .

13.2 CARATTERISTICHE TECNICHE SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale comprende le strisce di corsia di margine, le fasce di arresto e di rallentamento, le frecce, le zebraure, le iscrizioni ed in genere tutti i segni da tracciarsi sulla pavimentazione .Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con segnalazioni a spruzzo nella misura di 1kg di vernice per mq. di superficie. Il prezzo della posa comprenderà ,oltre al tracciamento anche il materiale ed i dispositivi di protezione necessari ed ogni altro onere e spesa. Le vernici rifrangenti devono essere del tipo con perline di vetro premiscelate e devono essere costituite da pigmento di biossido di titanio per la vernice bianca e giallo cromo per la gialla .Il liquido portante deve del tipo oleoso resinoso con parte resinosa sintetica .I solventi e gli essiccanti devono essere derivati da prodotti rettificati della distillazione del petrolio.

Le perline di vetro contenute nella vernice devono essere incolori ed avere un diametro compreso tra mm.0,006 .e mm.0,2 e la loro quantità in peso contenuta nella vernice deve essere circa del 33% .

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/kg .

La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione ; deve avere buona resistenza all'usura sia del traffico che degli agenti atmosferici e deve presentare una visibilità ed una rifrangenza costante fino alla completa consumazione. La Ditta aggiudicataria dovrà ,alla consegna dell'appalto ,fornire un campione di almeno 1 Kg delle vernici che intende usare specificando fabbriche ed analisi. La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di prelevare senza preavviso dei campioni di vernice all'atto della sua applicazione e sottoporre tali campioni ad analisi e prove che ritenga opportuno a suo insindacabile giudizio

I lavori relativi alla segnaletica dovranno essere eseguiti nel minor tempo possibile per non prolungare nel tempo il disagio che deriva alla circolazione dalla presenza di operai e macchine sulla strada