

COMUNE DI
MILANO
VIA MACCONAGO 24-36



**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005**



Comune di Milano - Prot. 11/06/2020.0206910.E.8 - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano

Elaborato:

Oggetto:

N

**CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE
OPERE PUBBLICHE**

IL PROPONENTE

Fondazione
Leonardo Del Vecchio
P.zza San Fedele 2
20121 Milano

IL PROGETTISTA

Gian Primo Doro Architetto
Via San Martino 10 20821 Meda (MB)
tel. 0362 74652 gpodoro@hotmail.it

Data: Maggio 2020

Comune di Milano - Prot. 11/06/2020.0206309.E. -



Fondazione
Leonardo Del Vecchio
P.zza San Fedele 2
20121 Milano

COMUNE DI MILANO

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO
AI SENSI DELLA L.R. 12/2005
VIA MACCONAGO 24 - 36

**CAPITOLATO TECNICO PRESTAZIONALE
OPERE PUBBLICHE**

PREMESSA

Il presente **Capitolato Prestazionale** ha lo scopo di illustrare le modalità esecutive degli interventi previsti per la realizzazione delle opere pubbliche a servizio del P.I.I. Macconago 24 - 36.

Si precisa altresì che il presente progetto preliminare richiederà di essere sviluppato, in tutte le sue componenti con il progetto definitivo ed esecutivo legato al rilascio dei rispettivi titoli abilitativi.

1 Capo I – Qualità e provenienza dei materiali, modo di esecuzione ed ordine nei lavori

- Art. 1 - Premessa
- Art. 2 - Provenienza e qualità dei materiali
- Art. 3 - Prove dei materiali - Certificazioni di conformità
- Art. 4 - Tracciamenti
- Art. 5 - Scavi e rialzi in genere
- Art. 6 - Formazione dei piani di posa dei rilevati
- Art. 7 - Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea
- Art. 8 - Formazione rilevati
- Art. 9 - Scavi di sbancamento
- Art. 10 - Scavi di fondazione (scavi a sezione obbligata)
- Art. 11 - Stabilizzazione delle terre con calce
- Art. 12 - Palificazioni
- Art. 13 - Malte 2
- Art. 14 - Conglomerati cementizi
- Art. 15 - Muratura di mattoni
- Art. 16 - Opere in cemento armato normale e precompresso
- Art. 17 - Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture
- Art. 18 - Armature, centinature, casseforme, opere provvisoriale
- Art. 19 - Costruzione dei volti
- Art. 20 - Cappe sui volti
- Art. 21 - Strutture in acciaio
- Art. 22 - Demolizioni
- Art. 23 - Tubazioni
- Art. 24 - Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- Art. 25 - Gabbioni metallici zincati e loro riempimento
- Art. 26 - Ripristino corticale di strutture portanti in c.a
- Art. 27 - Premessa
- Art. 28 - Strati di fondazione
- Art. 29 - Strato di base in misto bitumato (Tout venant bitumato)
- Art. 30 - Strati di collegamento (binder) e di usura
- Art. 31 - Trattamenti superficiali
- Art. 32 - Trattamento ad impregnazione di strade sterrate con emulsioni bituminose
- Art. 33 - Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA)
- Art. 34 - Scarificazione di pavimentazioni esistenti
- Art. 35 - Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature
- Art. 36 - Cordonate in calcestruzzo
- Art. 37 - Elementi prefabbricati in calcestruzzo
- Art. 38 - Barriere di sicurezza
- Art. 39 - Terre rinforzate
- Art. 40 - Lavori di rivestimento vegetale - Opere in verde
- Art. 41 - Segnaletica orizzontale

2 Capo II – Norme per la misurazione e valutazione delle opere

- Art. 42 - Norme generali
- Art. 43 - Movimento di materia - Scavi e rilevati
- Art. 44 - Palificazione di fondazione
- Art. 45 - Murature in genere e conglomerati cementizi
- Art. 46 - Casseforme
- Art. 47 - Acciaio per strutture in c.a
- Art. 48 - Manufatti in acciaio
- Art. 49 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio
- Art. 50 - Telo geotessile
- Art. 51 - Gabbionate
- Art. 52 - Sovrastruttura stradale (massicciata)
- Art. 53 - Conglomerati bituminosi
- Art. 54 - Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici

Art. 55 - Terre rinforzate

Art. 56 - Segnaletica orizzontale

Art. 57 - Ripristino corticale di strutture portanti in c.a

All. A – Specifiche pavimentazioni - opere a verde - arredi

Capo I

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE ED ORDINE NEI LAVORI

Art. 1

Premessa

Tutti i materiali devono essere della migliore qualità, rispondenti alle norme del D.P.R. 21/4/1993, n. 246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione e corrispondere a quanto stabilito nel presente capitolato speciale; ove esso non preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I., le norme C.N.R. e le norme stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto dell'ANAS pubblicato dalla MB&M di Roma nel 1993, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione Lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che vengano approvvigionati in cantiere.

Inoltre sarà facoltà dell'Amministrazione appaltante chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele come i conglomerati in calcestruzzo o conglomerati bituminosi, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Impresa ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere verranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione dell'Amministrazione appaltante, o dalle disposizioni che verranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei lavori.

Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

Art. 2

Provenienza e qualità dei materiali

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti tecnici di seguito riportati.

A) ACQUA

L'acqua dovrà essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri), esente da materie terrose, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.

B) CALCE

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione e prove di cui alle norme vigenti riportate nel R.D. 16/11/1939, n. 2231.

C) POZZOLANE

Le pozzolane provengono dalla disgregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane e i materiali a comportamento pozzolanico dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportate nel R.D. 16/11/1939, n. 2230.

D) LEGANTI IDRAULICI

Le calce idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni e requisiti di accettazione di cui alla L. 6/5/1965, n. 595 e succ. modifiche, nonché al D.M. 31/8/1972. Essi dovranno essere conservati in depositi coperti e riparati dall'umidità.

E) GHIAIA, PIETRISCO E SABBIA (AGGREGATI LAPIDEI – INERTI)

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi, ai sensi del D.M. 9/1/1996 - Allegato 1, dovranno essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose e di gesso, in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Le dimensioni della ghiaia o del pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche dell'opera da eseguire, dal copriferro e dall'interferro delle armature.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 5.

L'Impresa dovrà garantire la regolarità delle caratteristiche della granulometria per ogni getto sulla scorta delle indicazioni riportate sugli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione Lavori.

I pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953.

Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 25 U.N.I. 2334
- pietrischetto: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 U.N.I. 2334 e trattenuto dal crivello 10 U.N.I. 2334;
- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 U.N.I. 2334 e trattenuto dal setaccio 2 U.N.I. 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 U.N.I. 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 U.N.I. 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 U.N.I. 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del C.N.R., fascicolo n. 4/1953. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 93/82.

Gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche C.N.R. - B.U. n. 139/92.

Devono essere costituiti da materiale frantumato spigoloso e poliedrico. Per l'additivo (filler) che deve essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

F) CUBETTI DI PIETRA, PIETRINI IN CEMENTO E MASSELLI IN CALCESTRUZZO

I cubetti di pietra dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietre per pavimentazioni stradali" C.N.R. - ed. 1954 e alle Tabelle U.N.I. 2719 - ed. 1945. I pietrini in cemento dovranno corrispondere alle norme U.N.I. 2623-44 e seguenti.

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87.

G) MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'allegato 7 del D.M. 9/1996.

Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Min. LL.PP. 20/11/1987.

H) MATERIALI FERROSI

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare per gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 9/1/1996. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

I) LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili e provvisorie, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni riportate dal D.M. 30/10/1972.

J) BITUMI

Le caratteristiche per l'accettazione dei bitumi per usi stradali secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 68 del 23/5/1978 sono riportate nella seguente tabella:

La Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà le campionature di bitume, operazione necessaria per fornire un campione rappresentativo del bitume in esame, secondo le norme C.N.R. - B.U. n. 81 del 31/12/1980 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Campionatura bitume".

K) BITUMI LIQUIDI

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., edizione 1957.

Caratteristiche	B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	oltre 40 fino a 50	oltre 50 fino a 70	oltre 80 fino a 100	oltre 130 fino a 150	oltre 180 fino a 220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	51/60	47/56	44/49	40/45	35/42
Punto di rottura Fraas [max ° C]	-6	-7	-10	-12	-14
Duttilità a 25 °C [min cm]	70	80	100	100	100
Solubilità in CS ₂ [min %]	99	99	99	99	99
Volatilità max : a 163 °C a 200 °C	-- 0,5	-- 0,5	0,5 --	1 --	1 --
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60	60
Punto di rottura max del residuo della prova di volatilità [°C]	-4	-5	-7	-9	-11
Percentuale max in peso di paraffina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25 °C	1,00÷1,10	1,00÷1,10	1,00÷1,07	1,00÷1,07	1,00÷1,07

L) EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni anioniche (basiche)

Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo n. 3 del C.N.R., ultima edizione 1958.

Emulsioni cationiche (acide)

Le norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose acide devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

		<i>A rapida rottura</i>		<i>A media velocità di rottura</i>		<i>A lenta rottura</i>	
<i>Prove di accettazione</i>	<i>Metodi di prova</i>	<i>ECR 55</i>	<i>ECR 65</i>	<i>ECM 60</i>	<i>ECM 65</i>	<i>ECL 55</i>	<i>ECL 60</i>
<i>Composizione:</i>							
<i>a</i>	<i>Contenuto d'acqua, % in peso</i>	<i>CNR fasc. 3 art. 19</i>	<i>max 45</i>	<i>max 35</i>	<i>max 40</i>	<i>max 35</i>	<i>max 45</i>
							<i>max 40</i>

b	Contenuto di legante (bitume+ flussante), % in peso	100 - a	min 55	min 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c	Contenuto di bitume (residuo della distillazione), % in peso	ASTM D 244-72	min 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d	Contenuto di flussante, % in peso	b - c	max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:								
e	Velocità di rottura: demulsività, % peso	ASTM D 244-72	>40	> 40	--	--	--	--
	adesione, %	LCPC	> 90	> 90	--	--	--	--
	rivestimenti aggregati acidi o basici:	ASTM D 244-72						
	Asciutti, %		--	--	> 80	> 80	--	--
	Umidi, %		--	--	> 60	> 60	--	--
	impasto con cemento o con polvere silicea, g	ASTM D 244 72/SFER B -76	--	--	--	--	max 2	max 2
f	Trattenuto al setaccio ASTM n. 20, % in peso	ASTM D 244-72	max 0,2					
g	Sedimentazione a 5 giorni, % in peso	ASTM D 244-72	max 10	max 5				
h	Viscosità Engler a 20 °C, °E	IP 212/66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12
i	Carica delle particelle	ASTM D 244-72	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione):								
l	Penetrazione a 25 °C, dmm	CNR BU 24	max 220					
m	Punto di rammollimento (palla-anello), °C	CNR BU 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni tipo ECR 55, salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione Lavori.

M) BITUMI MODIFICATI

I bitumi modificati, costituiti da bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastici che, quando non diversamente prescritto, devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

Bitumi modificati - specifiche suggerite dal CEN

	Norma EN	Norma corrisp.	Unità di misura	GRADAZIONE (*)					
				10/30 -70	30/50 -65	50/70 -65	50/70 -60	70/100 0 -60	100/150 -60
CARATTERISTICHE OBBLIGATORIE									
Penetrazione a 25°C	EN 1426	CNR 24/71	dmm	10/30	30/50	50/70	50/70	70/100	100/150
Punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C min	70	65	65	60	60	60
Coesione a +5°C	Pr EN		J/cm ² min	5	5	5	5	5	5
Punto di infiammabilità	EN 22592	CNR 72/79	°C min	235	235	235	235	220	220
CARATTERISTICHE FACOLTATIVE									
Ritorno elastico 25°C	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	75	50	65	65

(**)									
Punto di rottura Frass	EN 12593	CNR 43/74	°C min	-4	-8	-15	-12	-15	-17
STABILITÀ ALLO STOCCAGGIO									
Differenza del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	5	5	5	5	5	5
Differenza di penetrazione	EN 1426	CNR 24/71	dmm max	5	5	5	5	7	12
Penetrazione residua	EN 1426	CNR 24/71	% min	60	60	60	60	55	50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	8	8	10	10	12	14
Riduzione del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	4	4	5	5	6	6
Ritorno elastico a 25°C sul residuo	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	50	50	50	50
(**)									

(*) La denominazione dei vari gradi di bitume modificato indica l'intervallo di penetrazione e il punto di rammollimento.

(**) Applicabile solo a bitumi modificati con ritorno elastico > 50 %.

N) EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE MODIFICATE

Per i lavori inerenti le pavimentazioni stradali, le emulsioni modificate sono di natura cationica (acida), che utilizzano come legante del bitume modificato e dovranno possedere, se non diversamente specificato, i requisiti di accettazione di seguito indicati:

Caratteristiche	Norme di riferimento	Valori
Contenuto di acqua (% in peso)	CNR - BU 100	< 35
Contenuto di bitume (% in peso)	CNR - BU 100	> 65
Contenuto di flussante (% in peso)	CNR - BU 100	< 2
Velocità di rottura demulsiva (% in peso)	ASTM D 244-72	> 50
Omogeneità (% in peso)	ASTM D 244-72	< 0,2
Sedimentazione a 5 gg (% in peso)	ASTM D 244-72	< 5
Viscosità Engler a 20 °C (°E)	CNR - BU 102	> 15
Grado di acidità (pH)	ASTM E 70	< 7

O) IMPERMEABILIZZAZIONI PER PONTI E VIADOTTI

Impermeabilizzazione in soluzione continua

Premessa:

Questo sistema di impermeabilizzazione dei viadotti consiste nella realizzazione di un pacchetto costituito da bitume modificato con l'interclusione di un tessuto non tessuto in poliestere da filo continuo o da fiocco che protegge il manto stesso dal transito dei mezzi di cantiere durante le fasi costruttive. A lavori ultimati dell'impermeabilizzazione è possibile realizzare lo strato di collegamento (binder) e quello di usura in conglomerato bituminoso. All'atto della stesa del conglomerato bituminoso sul manto impermeabilizzante non si dovrà eseguire la normale mano di attacco con emulsione bituminosa.

I lavori non si dovranno eseguire a temperature inferiori a +10 °C.

Modalità di esecuzione del trattamento:

1. Accurata pulizia della superficie da impermeabilizzare, mediante motosoffiatore e se necessario con motospazzatrice o getto di acqua ad alta pressione. La superficie si deve presentare asciutta, perfettamente stagionata ed esente da oli.
2. Spargimento di bitume modificato alla temperatura di 200 °C, in ragione di 2,5 Kg/mq mediante autocisterna termica provvista di impianto di riscaldamento e barra di distribuzione automatica.
3. Immediata applicazione del tessuto non tessuto di poliestere, che dovrà essere sovrapposto per 20 cm.
4. Spargimento della seconda mano di bitume modificato in ragione di 2 Kg/mq sempre con autospanditrice con barra automatica di spruzzatura.

5. Spargimento di sabbia indifferentemente di natura calcarea o silicea, di pezzatura non superiore a 3 mm, in ragione di circa 2 Kg/mq.

Tutte le precedenti operazioni, le cautele e le precauzioni, sono a cura e spese dell'Impresa, pertanto si intendono compensate già nel prezzo unitario della lavorazione stabilito in sede di gara.

Caratteristiche del tessuto non tessuto di poliestere:

Dovrà essere privo di collanti o impregnanti e non dovrà aver subito alcun trattamento di termosaldatura. Pertanto il tessuto non tessuto in poliestere dovrà essere del tipo agugliato ottenuto dal solo processo di filatura. Se non diversamente specificato sulla voce dell'elenco prezzi, e salvo diverso ordinativo della Direzione Lavori la grammatura del tessuto non tessuto dovrà essere almeno di 150 grammi/mq. Le caratteristiche chimico-fisiche da rispettare sono riportate nella seguente tabella:

Caratteristiche	Valori
Punto di rammollimento (°C)	240
Punto di fusione (°C)	260
Resistenza ai raggi UV	ottima
Resistenza agli agenti chimici	ottima
Tenuta allo scorrimento (carico costante)	ottima
Ripresa di umidità a 20 °C (65% di u.r.) (%)	0,4

Caratteristiche del bitume modificato:

Dovrà essere conforme alle prescrizioni riportate di seguito:

Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25 °C (dmm)	CNR 24/71	55-65
Punto di rammollimento (°C)	CNR 35/73	55-65
Punto di rottura Fraas (°C)	CNR 43/74	< -15
Viscosità dinamica a 80 °C (Pa s)	SN 67.1722a	20-80
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa s)	SN 67.1722a	0,20-0,60
Stabilità allo stoccaggio (°C)	Tuben test	dopo 24 h < 3
		dopo 7 gg < 3

P) TUBAZIONI

Tubi di acciaio:

I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di cemento:

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC):

I tubi PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125 del 18 luglio 1967.

Come previsto dalle norme U.N.I. 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 i tubi si distinguono in:

- tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;
- tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione, per temperature fino a 60°;
- tipo 313, per acqua potabile in pressione;
- tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. di 50°;
- tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. di 70°;
- tipo 303/1 e 303/2, per acque di scarico, interrate, per temperature max perm. di 40°.

Il Direttore dei Lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché, messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE):

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme U.N.I. 6462-69 e 6463-69, mentre il tipo ad alta densità risponderà alle norme U.N.I. 711, 7612, 7613, 7615.

Tubi drenanti in PVC:

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N. 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

- 1) tipo flessibile corrugato a sez. circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1,3 di larghezza (d.e. mm da 50 a 200);
- 2) tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. circolare, fessure di mm 0,8 di larghezza (d.i. mm da 100 a 250)
- 3) tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0,8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Q) MATERIALI PER APPLICAZIONI GEOLOGICHE - GEOSINTETICI

Geotessili non tessuti:

Teli realizzati a struttura piana composta da fibre sintetiche "coesionate" mediante agugliatura meccanica o con termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre di polipropilene e/o poliestere, i geotessili non tessuti si distinguono a filamento continuo e a filamento non continuo (a fiocco). Tali materiali saranno posti in opera per l'esecuzione di drenaggi, come separatori o elementi di rinforzo. Per l'applicazione di drenaggi, devono usare i geotessili non tessuti a filo continuo e devono avere i seguenti requisiti: peso unitario di almeno 110 g/mq, permeabilità di circa 300 l/mq/s e diametro di filtrazione 0,235 mm a secco e 0,15 mm umido, salvo diversa prescrizione o indicativo della Direzione Lavori. Per tutti gli altri impieghi si dovranno utilizzare geotessili non tessuti, con caratteristiche funzionali adatte alla particolare situazione dell'applicazione, previa autorizzazione della Direzione Lavori. Per determinare peso e spessore si farà riferimento le norme di cui ai B.U. - C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16 ediz. 1981-87, U.N.I. 8639-84, 8727-85, 8986-87.

Geotessili tessuti:

Sono definiti come strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche di fibre di polipropilene e/o poliestere, che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra, possono suddividersi in tessuti a monofilamento o a bandalette (nastri appiattiti). L'applicazione di questi materiali è identico a quello dei geotessili non tessuti. Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presente nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e dovrà possedere le seguenti caratteristiche minime:

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerea (EN 965)	(g/mq)	350
Resistenza a trazione (EN ISO 10319)	(kN/m)	-
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	-
Resistenza al punzonamento statico (EN ISO 12236)	(kN)	-
Permeabilità su battente idraulico di 10 cm	(l/mq/s)	-
Apertura di filtrazione (EN ISO 12956)	(µm)	-

Geosintetici con struttura a maglia costituite da due serie sovrapposte di fili (con spessore compreso tra 3 e 10 mm) che si incrociano con angolo costante (tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti tra 10 e 60 mm di ampiezza. Vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (polietilene ad alta densità o polipropilene) e la saldatura delle due serie di fili viene eseguita per parziale compenetrazione nei punti di contatto. Devono essere applicate congiuntamente a geotessili come filtri, come elementi di tenuta per assolvere la funzione di drenaggio o per protezione meccanica nel caso di una loro applicazione non combinata.

Biotessili:

Costituiti da fibre naturali (juta e/o cocco) sono assemblati in modo da formare una struttura tessuta aperta e nello stesso tempo deformabile o mediante sistema di agugliatura meccanica, trovano applicazione per il rivestimento superficiale a protezione dall'erosione durante la crescita di vegetazione.

Biostuoie:

Sono costituite da fibre naturali quali paglia, cocco, sisal ecc., in genere contenute tra reti di materiale sintetico (polipropilene o poliammide) o naturale (juta). La loro applicazione consiste esclusivamente in quella di rivestimento superficiale dall'erosione durante la fase di inerbimento delle scarpate stradali.

Geostuoie:

Sono costituite da filamenti di materiale sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene o altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10/20 mm, caratterizzato da un indice dei vuoti molto elevato > del 90%. La loro applicazione risponde essenzialmente a due applicazioni ovvero come protezione dall'erosione superficiale provocata da acque piovane e di ruscellamento e di rivestimento di sponde di corsi d'acqua con basse velocità.

Geocompositi per il drenaggio:

Sono formati dall'associazione (in produzione) di uno strato di georete o di geostuoia racchiuso tra uno o due strati di geotessile. Lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm.

Geogriglie:

Le geogriglie hanno lo scopo principale di rinforzo sia dei terreni naturali che degli strati bituminosi delle sovrastrutture stradali.

Sono così classificabili:

- a) *estruse*: strutture piane realizzate con materiali polimerici (polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante processo di estrusione e stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali) o nelle due direzioni principali (bidirezionali);
- b) *tessute*: strutture piane a forma di rete realizzate mediante la tessitura di fibre sintetiche su vari tipi di telai, eventualmente ricoperte da un ulteriore strato protettivo (PVC o altro materiale plastico);
- c) *a sovrapposizione*: sono realizzate mediante la sovrapposizione e successiva saldatura di geonastri costituiti da un nucleo in poliestere ad alta tenacità rivestito con guani protettivi in polietilene.

La geogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzato ai raggi UV. Il materiale fornito dovrà essere certificato secondo le norme ISO 9002 e dovranno essere note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni. Le caratteristiche minime di seguito riportate dovranno essere certificate dall'Appaltatore:

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
Massa aerea (EN 965)	(g/mq)	350
Maglia	(cmxcm)	-
Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319)	(kN/m)	-
Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)	(kN/m)	-
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	-
Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm	--	-
Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL	(%)	-

Geocelle:

Sono composte da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 75/150 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o similare. Le geocelle possono essere realizzate anche con materiali naturali es. fibra di cocco. Il loro scopo è quello di contenimento del terreno in pendio per evitare scoscendimenti superficiali.

Per tutte le diverse applicazioni e tipi dei geosintetici, l'Appaltatore prima di ogni loro impiego dovrà fornire alla Direzione dei lavori i relativi certificati di produzione del materiale, quest'ultimo, a suo insindacabile giudizio, ha tuttavia la facoltà di effettuare prelievi a campione sui prodotti approvvigionati in cantiere.

Art. 3

Prove dei materiali - Certificazioni di conformità

In correlazione a quanto è 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 al laboratorio prove ed analisi 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 tecnico o sedi distaccate dell'Amministrazione appaltante, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori (o dal suo assistente di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Per la fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale di seguito elencate:

- apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
- barriere di sicurezza;
- barriere fonoassorbenti;
- impianti elettrici;
- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
- segnaletica verticale e orizzontale;

L'Impresa appaltatrice delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle circolari del Ministero dei LL.PP. del 16/5/1996, n. 2357, 27/12/1996, n. 5923, 9/6/1997, n. 3107 e del 17/6/1998, n. 3652 nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori.

Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità CE o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

A) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE MOVIMENTI DI TERRE
--

Art. 4

Tracciamenti

L'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure posizionare delle modine, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione Lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo armato, l'Appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

Art. 5

Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i fossi, cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni progettuali salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature provvisorie. L'Impresa nell'eseguire le trincee e i rilevati o altri scavi in genere, dovrà ultimarle al giusto piano prescritto, inoltre dovrà essere usata ogni esattezza nella profilatura delle scarpate e dei cigli stradali e nello spianare le banchine stradali.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa dovrà ricorrere all'impiego di adeguati mezzi meccanici e di manodopera sufficiente in modo da ultimare le sezioni di scavo di ciascun tratto iniziato.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati dovranno essere eseguite con inclinazioni come previsto dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi scritti della Direzione Lavori o appropriate per impedire dei scoscendimenti in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno. L'Impresa rimane la sola responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, sarà altresì obbligata a provvedere alla rimozione del materiale franato, a sua cura e spese.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione Lavori presso laboratori autorizzati.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le norme tecniche C.N.R. – U.N.I. 10006/1963.

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La Direzione Lavori in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali di trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione d'apporto tra cui la fornitura e la posa in opera di teli geosintetici.

Art. 6

Formazione dei piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione Lavori in corso d'opera. I cigli degli scavi saranno diligentemente profilati e la loro pendenza di progetto o necessaria per impedire franamenti di materie saranno ottenuti praticando gli scavi necessari di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ricadente l'impianto dei rilevati.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂ e A₃ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A₄, A₅, A₆ e A₇ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006), la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi, fino a profondità non superiore a 1,5-2,0 m dal piano di campagna, o approfondire lo scavo dalle indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilevamenti geognostici, per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁, A₂ e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione Lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rinvergono strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 ml) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento, ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione Lavori mediante ordine scritto.

È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione Lavori con ordine scritto, portando il sovrappiù a discarico a cura e spese dell'Impresa.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento, quali:

- umidità propria del terreno;
- analisi granulometrica;
- limiti e indici di Atterberg;
- classificazione secondo la norma C.N.R. – U.N.I. 10006;
- prova di costipamento AASHO modificata.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e (N/mm^2) determinato con piastra circolare avente diametro da 30 cm (Norme Svizzere VSS-SNV 670317 – C.N.R., B.U. n.146 del 14/12/1992).

Si definisce il valore di M_e pari a:

$$M_e = f_o \times \Delta p \times D / \Delta s$$

dove si ha:

- f_o : fattore di forma della ripartizione del costipamento (piastre circolari pari a 1);
- Δp : incremento della pressione trasmessa dalla piastra (N/mm^2) (variabile in relazione alla struttura in esame);
- D : diametro della piastra in mm;
- Δs : corrispondente incremento di cedimento della superficie caricata (mm).

Pertanto facendo la seguente distinzione in base all'altezza dei rilevati si ha:

- fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,05 a 0,15 N/mm^2
- da 4 m a 10 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,15 a 0,25 N/mm^2

In entrambi i casi il modulo M_e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico non dovrà essere inferiore a 30 N/mm^2 .

Art. 7

Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A_1 , A_2 e A_3 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A_4 , A_5 , A_7 e A_8 (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) la Direzione dei lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei lavori.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei cassonetti in trincea mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm^2 , non dovrà essere inferiore a 50 N/mm^2 .

Art. 8

Formazione rilevati

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A₁, A₂ e A₃ (classifica C.N.R. – U.N.I. 10006), con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ e A₃ se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ e A₃ da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A₄ provenienti dagli scavi, la Direzione Lavori prima del loro impiego potrà ordinare l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20 con percentuale di pezzatura grossa (compresa tra 5 e 20 cm) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempreché tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆ e A₇ si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazione necessarie da parte degli enti preposti alla tutela del territorio.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione Lavori. È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione Lavori che si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali da laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa. Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata come di seguito riportata:

- non inferiore al 95% negli strati inferiori
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm).

La Direzione Lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato; il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera: orientativamente dovrà prevedersi almeno una prova ogni 2.000 m³.

Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato.

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo inaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (AASHO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

La Direzione dei lavori si riserva di controllare il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, mediante misurazione del modulo di compressibilità Me determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

In alcuni casi la Direzione Lavori potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40, le caratteristiche saranno conformi alle prescrizioni riportate dall'elenco prezzi o dalle indicazioni del presente Capitolato Speciale.

Art. 9

Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al disopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono inoltre alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi a larga sezione eseguiti sotto il piano di campagna per apertura della sede stradale, scavi per tratti di strada in trincea, per formazione di cassonetti, per lavori di spianamento del terreno, per il taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, scavi per le demolizioni delle normali sovrastrutture tipo pavimentazioni stradali, di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Scavi da eseguire su qualunque terreno, esclusa la roccia da mina ma compreso dei trovanti rocciosi e muratura fino a 1 mc, compreso l'onere per ridurli a pezzature massime di 30 cm per il loro reimpiego se ritenuti idonei dalla Direzione Lavori nello stesso cantiere per la costituzione dei rilevati.

Art. 10

Scavi di fondazione (Scavi a sezione obbligata)

Per scavi di fondazione si intendono quelli ricadenti al disotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte o della sezione per l'alloggiamento di collettori fognari. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, in relazione alle indicazioni e prescrizioni riguardanti le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione (D.M. 11/3/1988, Circ. M. LL. PP. 24/9/1988, n. 30483).

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni progettuali sono perciò di semplice indicazione e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

Prima di iniziare le opere di fondazione, la Direzione dei lavori dovrà verificare ed accettare i relativi piani di posa, sotto pena di demolire l'opera eseguita per l'Appaltatore.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, potranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ad anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Impresa dovrà provvedere a sue cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Impresa senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di cm 20, l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione, questi scavi verranno compensati a parte con il relativo prezzo a scavi subacquei.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali. L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto di pompaggio 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 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.

Lo scavo a sezione obbligata è da intendersi anche per l'esecuzione delle trincee drenanti (a sezione trapezia o rettangolare) da realizzarsi per l'abbassamento della falda idrica e relativo smaltimento delle acque non superficiali; tali sezioni potrebbero essere realizzate previa esecuzione di scavi di sbancamento atti alla preparazione del piano di posa dei mezzi meccanici.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spese ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da escavare siano richieste. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione, resteranno di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò ricuperarle ad opera compiuta.

Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale ricupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente negativo.

L'Impresa sarà tenuta ad usare ogni accorgimento tecnico per evitare l'immissione entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti, salvo i danni riconosciuti di forza maggiore.

Art. 11

Stabilizzazione delle terre con calce

a) Premessa

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da una terra, calce idrata ed acqua, in quantità tali da migliorare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

L'Impresa, per l'esecuzione dei lavori di stabilizzazione delle terre con calce, dovrà attenersi alle norme tecniche del C.N.R. – B.U. n. 36 del 21/1/1973.

b) Caratteristiche dei materiali componenti la miscela

TERRA

La terra, sottoposta a trattamento, deve essere di tipo limo-argillosa ed avere indice di plasticità normalmente superiore a 10 (tipo A₆ ed A₇ di cui alla norma tecnica C.N.R.-U.N.I 10006). La curva granulometrica deve rientrare nel fuso riportato al punto 2.1. della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73.

CALCE

La calce da utilizzare dovrà essere del tipo calce idrata che deve rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. n. 2231 del 16/11/1939.

ACQUA

L'acqua necessaria per portare la miscela al tenore di umidità voluto deve essere esente da impurità dannose e da materie organiche.

c) Progettazione e controllo delle miscele

Prima dell'inizio dei lavori, L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori e sottoporle alla sua approvazione, tutte quelle prove di prequalificazioni per individuare le quantità di acqua e di calce con cui si dovrà effettuare l'impasto. Tutte le spese ed oneri, inerenti le prove di laboratorio saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La determinazione preventiva della quantità di acqua e di calce vanno valutate in base a prove C.B.R. (C.N.R.-U.N.I. 10009 punto 3.2.1.), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione. Pertanto, prendendo almeno tre miscele sperimentali con diversi tenori di calce si dovranno definire i valori massimi dell'indice C.B.R., della densità del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. I valori indicativi della quantità di calce che consente di ottenere una miscela dalle caratteristiche di portanza e costipabilità adeguati sono i seguenti:

Stabilizzazione di materiali	Calce idratata
Strati di sovrastruttura	4+10%
Bonifiche di terreni (piani di posa e/o rilevati)	1+3%

I valori minimi dell'indice C.B.R. a 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, devono essere conformi al punto 4.1. della norma C.N.R. – B.U. n. 36/73, ovvero nei termini della tabella di seguito riportata:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Indice C.B.R.	≥50%	≥20%	≥10% (*)
Rigonfiamento	<1%	<2%	

(*) Dopo 2 ore e senza imbibizione.

d) Operazioni di cantiere

L'Impresa dovrà eseguire la lavorazione con la tecnica della miscelazione in sito, dove si prevede la seguente successione delle fasi operative:

1) Scarificazione e polverizzazione

Tali operazioni sono necessarie, nei casi in cui il materiale naturalmente collocato, laddove dovrà essere messo a dimora, soddisfi le esigenze progettuali. La scarifica del terreno deve interessare lo strato da stabilizzare per tutta la sua altezza, ed inoltre durante tale operazione si dovrà procedere all'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali estranei presenti quali radici, residui legnosi ed erbosì. Con la depolverizzazione si dovrà procedere allo sminuzzamento delle eventuali zolle di argilla di dimensioni superiori ai 5 cm. I macchinari utilizzati per tale operazione di scarifica e depolverizzazione sono: lame scarificatrici, erpici a disco, rippers con successivo passaggio dei mescolatori a rotore per la definitiva

operazione di frantumazione. Tutti i mezzi impiegati devono essere ritenuti idonei e validi dalla Direzione Lavori.

2) Spandimento della calce e dell'acqua

Lo spandimento della calce dovrà essere in accordo con i dosaggi emersi dalle preliminari prove di laboratorio, nel corso delle quali si è definita la miscela determinandone i rapporti ponderali tra i vari componenti. La calce può essere aggiunta al terreno in forma pulverulenta (metodo asciutto), da eseguirsi mediante spanditore di idonee caratteristiche per ottenere una uniforme distribuzione della calce sulla superficie sia in senso longitudinale che trasversale. I spanditori trainati e riforniti per mezzo di tubi flessibili in gomma o metallici, che si dipartono dai mezzi di trasporto della calce in cantiere, dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione eolica della calce e tali da consentire il dosaggio della calce in funzione della velocità di avanzamento del gruppo semovente.

L'aggiunta di acqua alla miscela per ottenere i valori di umidità stabili nelle prove di laboratorio, si dovrà effettuare con autobotti dotate di barre spruzzatrici, tali da consentire di irrorare d'acqua tutta la parte di sezione trasversale sulla quale precedentemente si è provveduto alla stesa della calce. Sono ammessi altri sistemi e tecniche per lo spandimento della calce, purché ritenuti validi dalla Direzione Lavori. In particolare si potrà, ove non sia possibile l'utilizzo del treno di stabilizzazione, spandere la calce manualmente disponendo i sacchi secondo una maglia opportunamente calcolata.

Qualora non si operi con il cosiddetto "treno di stabilizzazione", ovvero non si proceda ad una produzione continua di miscela in sito, lo spandimento della calce in polvere dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata nel giorno stesso.

3) Miscelazione

La miscelazione dovrà avvenire con macchinari che, muovendosi lungo i materiali stesi, li miscelano inserendosi nel terreno senza sollevarlo. Si dovranno prevedere più passaggi del mescolatore sullo strato da trattare fino al raggiungimento della totale omogeneizzazione dei componenti. Il miscelatore a rotore del tipo semovente o trainato deve essere in grado di lavorare strati di profondità, se riferiti a materiali sciolti, variabili da 15 a 50 cm. L'Impresa, durante la miscelazione dovrà realizzare la mescolazione di una striscia dopo qualche ora rispetto a quella adiacente già lavorata ed interessando nella mescolazione di quella zona circa 5-10 cm della prima. Particolare cura durante le operazioni dovrà essere rivolta a non creare dei giunti trasversali di ripresa tra due strisce consecutive.

Nel caso non venga utilizzato il treno di stabilizzazione si realizzerà la miscelazione con l'ausilio di una pala meccanica.

4) Compattazione delle miscele e la finitura degli strati

Il costipamento deve essere effettuato su miscele aventi una umidità pari a quella ottenuta nelle prove di laboratorio. La Direzione Lavori, a seconda delle situazioni particolari dell'intervento, ordinerà all'Impresa l'esecuzione della compattazione mediante rulli statici a piede di montone seguiti dal passaggio di rulli pesanti a ruote gommate o da rulli vibranti. L'eventuale finitura degli strati deve avvenire con l'impiego delle macchine livellatrici; è assolutamente vietato intervenire con l'apporto di nuovo materiale.

e) Controlli in corso d'opera

L'Amministrazione appaltante tramite la Direzione Lavori potrà effettuare tutti i controlli previsti al punto 5 della norma C.N.R. - B.U. n. 36/73, ovvero nei termini di seguito indicati:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Peso specifico del secco in sito (grado di costipamento)	≥ 95 % (*)	≥ 95 % (*)	≥ 95 % (*)
Modulo di deformazione Md (Kg/cm ²)(CNR-BU n. 9/67)	≥ 800	≥ 400	≥ 150
Indice C.B.R.	Valore almeno pari ai dati di progetto		

(*) Valore percentuale riferito al peso di volume massimo del secco ottenuto in laboratorio con la miscela di progetto.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione Lavori.

B) OPERE D'ARTE

Art. 12 *Palificazioni*

A) PALIFICAZIONE IN LEGNO

Le palificate in legno per fondazione, cioè quelle destinati a reggere direttamente una fondazione, saranno esclusivamente costituite da essenze forti (querchia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano e castagno), secondo quanto ordinato dalla Direzione dei lavori, diritte sane e scortecciate e debitamente conguagliate alla superficie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza.

I pali debbono essere debitamente foggiate a punta ad un capo, e se si stimerà necessario dal Direttore dei Lavori, muniti di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, di quel peso e quella forma che saranno stabiliti; all'altro capo, sottoposto ai colpi di maglio, debbono essere opportunamente accomodati e muniti di cerchiatura o viera di ferro che impedisca durante la battitura ogni spezzatura o guasto.

I pali debbono essere battuti fino a rifiuto col maglio di potenza adeguata.

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata), caduti successivamente dalla medesima altezza, non superi il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire.

Le ultime volate debbono essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei lavori, né l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuto autorizzazione dall'agente dell'Amministrazione preposto alla sorveglianza dell'opera.

L'agente dovrà tenere uno speciale registro da firmarsi giornalmente dall'incaricato dell'Appaltatore, nel quale registro è notata la profondità raggiunta da ogni palo giuste le constatazioni che debbono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

Ogni palo che si spezzasse durante l'infissione o deviasse, dovrà essere, a richiesta dal Direttore dei lavori, essere tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spese dell'Impresa.

B) PALIFICAZIONE CON PALI IN CEMENTO ARMATO FORMATI FUORI OPERA

Per la confezione dei pali fuori opera si seguiranno le norme stabilite per i lavori in cemento armato. La preparazione dei pali dovrà farsi di massima in forme verticali battendo il conglomerato a piccoli strati orizzontali e i pali stessi dovranno essere muniti di puntazze metalliche robustamente ancorate al conglomerato di cemento.

La infissione di questi pali si farà d'ordinario secondo i sistemi in uso per i pali in legname. Soltanto i magli dovranno essere di peso non inferiore al peso dei pali, e speciali cautele saranno adottate per impedire la spezzatura delle teste, collocandovi sopra prismi e segatura di legname entro cerchiature di ferro ed attuando quelle altre disposizioni che all'atto pratico fossero ritenute necessarie, a giudizio del Direttore dei Lavori.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente nei terreni sabbiosi e ghiaiosi, la infissione, oltre che con la battitura, potrà farsi col sussidio dell'acqua in pressione, facendo arrivare, mediante un tubo metallico oppure da apposito foro lasciato lungo l'asse di ogni palo, un getto di acqua a pressione sotto la punta del palo.

Gli ultimi colpi di assestamento dovranno però essere dati col solo maglio. Se durante l'infissione si verificassero in qualche palo lesioni, scheggiature, guasti di qualsiasi genere o deviazione che a giudizio del Direttore dei Lavori non fossero tollerabili, il palo stesso deve essere rimosso e sostituito da altro palo a totali spese dell'Impresa.

C) PALIFICAZIONE CON PALI BATTUTI FORMATI IN OPERA

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franchi ecc., saranno eseguiti conficcando nel terreno con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo che si vuole costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo deve sostenere, quale risulta dai calcoli.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze di ghisa o di cemento armato o di acciaio atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi sul terreno. Raggiunta la profondità necessaria, il tubo forma verrà riempito con conglomerato cementizio, battuto e compresso secondo l'uso, o sistemi brevettati riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

A richiesta della Direzione dei lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o per parte di essa, mediante opportuna ingabbatura metallica da collocarsi nel tubo forma, prima del getto del conglomerato. Per la battitura dei tubi forma i magli non dovranno essere inferiori al peso di kg 2000 per tubi del diametro di m 0,45 e kg 1200 per tubi del diametro di cm 30.

Tanto per i pali trivellati come per quelli formati in opera, la battitura del conglomerato deve essere sorvegliata da agenti della Amministrazione i quali dovranno segnare su apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera ecc.

L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature in ferro, né effettuare il versamento del conglomerato senza aver fatto prima constatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati. In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese per i controlli ed accertamenti che la Direzione dei lavori riterrà insindacabilmente indispensabili.

Per la confezione ed il getto del conglomerato cementizio varranno le norme stabilite negli articoli che seguono relativi alla esecuzione delle opere in cemento armato.

Per la esecuzione del bulbo od espansione di base, dopo aver raggiunta con l'estremità inferiore del tubo la quota stabilita, senza ritirare o sollevare il tubo si verseranno piccole quantità di conglomerato e le si comprimeranno energicamente con maglio del peso non inferiore a quello del maglio impiegato per la battitura del tubo forma sino ad ottenere, sotto l'azione di una volata di 10 colpi di maglio aventi una caduta libera di m 1,50, un rifiuto non maggiore di mm 10.

Si procederà poi alla esecuzione del fusto sollevando gradatamente il tubo con tutti gli accorgimenti necessari per non abbandonare il calcestruzzo ed evitare l'introduzione dell'acqua.

Al di sotto delle strutture di collegamento delle testate dei pali dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro (200 kg per mc) dello spessore minimo di 1/5 del diametro di tubo forma.

D) PALIFICAZIONE ESEGUITA IN OPERA CON TUBO INFISSO (PALI TRIVELLATI)

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo.

Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo per espellere l'acqua o per provvedere con tale metodo all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco di fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli quando si incontrano trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica) o con altro sistema idoneo, piccole e successive quantità di calcestruzzo costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da ql 12, per tubi del diametro di cm 45, a ql 6, per tubi del diametro di cm 30) o con uno dei pestoni in uso.

È assolutamente vietato procedere al getto del calcestruzzo con caduta libera dall'alto (ovvero dal piano della base superiore del palo) per evitare la segregazione degli inerti che compongono la miscela.

Prima di procedere al getto sarà resa stagna la estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo od in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi alla esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra; dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo con battitura con uno dei sistemi brevettati e dalla Direzione dei lavori riconosciuto idoneo in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino esterno al tubo forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi affinché non si verifichino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acque potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per i pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati. La effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

E) PROVE DI CARICO

Le prove di carico saranno effettuate con le modalità previste dal D.M. 11/3/1988 e della Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24/9/1997 e saranno a carico dell'impresa appaltatrice.

Tali prove hanno la finalità di determinare il carico limite del complesso palo-terreno, esse vanno spinte fino a raggiungere il valore di carico limite per il quale si arriva alla condizione di rottura del terreno. Se questo non risultasse possibile, la prova deve essere eseguita fino ad un carico pari ad almeno 2,5 volte il carico di esercizio.

Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione Lavori. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro:

- data;
- ora di ogni variazione del carico;
- le corrispondenti letture ai plessimetri;
- il diagramma carichi-cedimenti.

Al termine delle prove, la Direzione dei lavori si riserva il diritto di ricontrollare la taratura della strumentazione utilizzata.

Art. 13
Malte

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

(composizione per 1 mc di malta)

<i>Malta comune</i>	Calce aerea (mc)	Sabbia (mc)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

<i>Malta di calce idraulica</i>	Calce idraulica (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

<i>Malta cementizia</i>	Cemento Portland (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

<i>Malta pozzolanica</i>	Pozzolana (mc)	Calce spenta (mc)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22
Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 mc di sabbia)

<i>Malta bastarda</i>	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla

ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Art. 14

Conglomerati cementizi

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità delle prescrizioni contenute nel R.D. 16/11/1939, n. 2229, nonché al D.M. 9/1/1996, punto 2.1.

Pertanto si dovranno rispettare le specifiche tecniche che riguardano i materiali costituenti il calcestruzzo, la sua composizione, le proprietà del calcestruzzo fresco ed indurito ed i metodi per la loro verifica, la produzione, il trasporto, consegna, getto e stagionatura del calcestruzzo e le procedure di controllo della sua qualità contenute nella norma U.N.I. 9858 (maggio 1991).

L'Impresa dovrà garantire le prestazioni del calcestruzzo, per tutta la durata dei lavori, sulla scorta dei dati fondamentali riportati negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione Lavori, ovvero:

- 1) classe di resistenza desiderata in fase di esercizio (R_{ck} per provini cubici - f_{ck} per provini cilindrici),
- 2) dimensione massima nominale dell'aggregato,
- 3) classi di esposizione in funzione delle condizioni ambientali e destinazione del calcestruzzo (calcestruzzo normale, armato e precompresso),
- 4) classe di consistenza (mediante misura dell'abbassamento al cono - UNI 9418 o determinazione del tempo Vébè - UNI 9419).

Inoltre per particolari condizioni o costruzioni, i calcestruzzi possono essere prescritti mediante i dati addizionali (facoltativi) di cui al punto 8.2.3 delle norme tecniche U.N.I. 9858.

Il quantitativo d'acqua d'impasto del calcestruzzo deve tenere presente anche dell'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

I getti devono essere convenientemente vibrati.

Gli impasti di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza al lavoro. I residui d'impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto.

Tutti gli aggregati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno rispondere alle norme U.N.I. 8520/1-22 ediz. 1984-86. Gli aggregati leggeri saranno conformi alle norme U.N.I. 7459/1-12 ediz. 1976.

Gli eventuali additivi, da utilizzare per il confezionamento dei calcestruzzi, previa autorizzazione della Direzione Lavori, devono ottemperare alle prescrizioni delle norme tecniche da U.N.I. 7101 a U.N.I. 7120 e U.N.I. 8145 (superfluidificanti).

Art. 15

Muratura di mattoni

Per le caratteristiche meccaniche e modalità esecutive delle murature si farà riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. LL. PP. 20/11/1987, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 4/1/1989, n. 30787, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 30/1/1981, n. 21745, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma".

I mattoni all'atto del loro impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a sufficiente saturazione per immersione prolungata e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessioni alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempi tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 0,5 cm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le murature di rivestimento saranno fatte a ricorsi bene allineati e collegati a morsa con la parte interna. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruiti in modo tale che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva di intradosso tracciata sopra la centinata e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

Art. 16

Opere in cemento armato normale e precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà rispettare strettamente il contenuto delle seguenti norme tecniche:

- L. 5/11/1971, n. 1086, "Norma per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. LL.PP. 9/1/1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. M. LL.PP. 14/2/1974, n. 11951, "Norma per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica. Istruzioni per l'applicazione";
- Circ. M. LL.PP. 31/1/1979, n. 19581, " Legge 5/11/1971, n. 1086, art. 7 – Collaudo Statico";
- Circ. M. LL.PP. 9/1/1980, n. 20049, "Legge 5/11/1971, n. 1086 – Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato";
- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996".

Per le opere ricadenti in zona sismica, l'Impresa dovrà anche attenersi alle prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche:

- L. 2/2/1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. LL.PP. 16/1/1996, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- D.M. LL.PP. 2/1/1981, " Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia";
- Circ. M. LL.PP. 12/12/1981, n. 22120, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in cemento armato ed a struttura metallica danneggiati dal sisma";
- Circ. M. LL.PP. 10/4/1997, n. 65, "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16/1/1996";
- Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale, " Linee guida per progettazione, esecuzione e collaudo di strutture isolate dal sisma".

Per l'esecuzione di opere quali ponti, viadotti, le normative tecniche di riferimento sono:

- D.M. 4/5/1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. M. LL.PP. 25/2/1991, n. 34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990".

Prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione Lavori i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura negli elaborati progettuali delle opere comprese nell'appalto. Tale studio di prequalificazione, da eseguirsi presso un laboratorio autorizzato, deve riportare:

- classe di resistenza,
- natura – provenienza – qualità degli inerti,
- analisi granulometrica degli inerti,
- tipo e dosaggio del cemento,
- rapporto acqua/cemento,
- tipo e dosaggio di eventuali additivi,
- classe di consistenza per la valutazione della lavorabilità dell'impasto cementizio.

La Direzione Lavori dovrà essere informata anche sul tipo di impianto di confezionamento con la relativa ubicazione, sistemi di trasporto, modalità di esecuzione dei getti e della conseguente stagionatura.

L'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, nonostante l'esame e la verifica sugli studi preliminari di qualificazione, da parte della Direzione Lavori; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori degli discostamenti non superiore al ____ % (es. 3+5) dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabili nella fase preliminare di accettazione.

La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o superfluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione delle opere.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento alla località del cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli materiali e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo. I calcestruzzi debbono essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato e cioè debbono essere predisposti di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia del sottofondo, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseforme e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prime del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione Lavori; questo in particolar modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera.

La Direzione dei lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare le riprese dei getti; per tale accorgimento l'Impresa non potrà avanzare nessuna richiesta di maggiori compensi anche se sarà costretta ad una turnazione del proprio personale.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti tali da evitare la segregazione dei singoli componenti della miscela

Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 centimetri.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta o altri sostanze (disarmanti) in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto, debbono essere sufficientemente robusti, oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase di getto e di pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a centimetri 15. I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (pervibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme. I pervibratori sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature; inoltre vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti. La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo cm 20). La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione da garantire la solidità dell'opera. Di mano in mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere regolarmente inaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, anche coperta con della ghiaia lavata, con teli mantenuti umidi, applicare dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (U.N.I. 8866, U.N.I. 8656 e U.N.I. 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Nei casi di ripresa dei getti, quando questi siano veramente inevitabili, si deve inumidire la superficie del conglomerato eseguito in precedenza se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o terminata si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, si dovrà applicare un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposto, da parte della Direzione Lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. LL.PP. 9/1/1996, ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o dall'ordinativo del Direttore dei Lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione Lavori. A controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Appaltatore a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio.

Qualora la Direzione Lavori, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, dovrà contabilizzare il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei lavori riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- determinazione della consistenza – prova di abbassamento al cono (slump test) – [U.N.I. 9418],
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco – [U.N.I. 6393],
- massa volumica del calcestruzzo - [U.N.I. 6394/1/2],
- prova del contenuto d'aria - [U.N.I. 6395],
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo - [U.N.I. 7087],
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate – [U.N.I. 6132],
- prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei lavori.

I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alla normativa vigente ed in particolare al capitolo 11 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

Art. 17

Calcestruzzo per copertine, parapetti e finiture

Per la costruzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, cordonate, soglie ecc. verrà confezionato e posto in opera, opportunamente costipato con vibratori un calcestruzzo avente un R_{ck} O 300 Kg/cm² (30 N/mm²), salvo diverso ordine della Direzione Lavori.

Le prescrizioni inerenti i conglomerati cementizi rimangono valide in quanto applicabili, salvo il diametro massimo degli inerti che non sarà maggiore di 20 mm, e comunque entro un terzo delle dimensioni minime del getto. Le superfici superiori dei getti verranno rifinite mediante cemento liscio.

L'Impresa dovrà porre tutte le cure e attenzioni nell'esecuzione delle casseforme per ottenere una perfetta esecuzione del getto o raccordo con getti precedentemente messi in opera, per seguire le sagome di progetto, con i giunti di dilatazione o contrazione e le particolari indicazioni della Direzione dei lavori.

Art. 18

Armature, centinature, casseforme, opere provvisorie

Nella realizzazione di tali opere provvisorie, l'Impresa dovrà adottare il sistema e la tecnica che riterrà più opportuni, in base alla capacità statica, di sicurezza e alla sua convenienza. Inoltre dovranno essere eseguite delle particolari cautele e tutti gli accorgimenti costruttivi per rispettare le norme, i vincoli che fossero imposti dagli enti competenti sul territorio per il rispetto di impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo venissero ad interferire con essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua, la presenza di servizi di soprassuolo e di sottosuolo, nonché le sagome da lasciare libere al di sopra di ferrovie, strade e camminamenti quali marciapiedi ad uso pedonale.

Art. 19

Costruzione dei volti

I volti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tenere conto di quel tanto più, nel senso delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

È data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra o di mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

Gli eventuali coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellamento che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima.

In quanto alle connessure saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso e da corsi o filari che esattamente corrispondano agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 dall'estradosso.

A tale uopo l'Appaltatore per volti di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di volte a rotoli concentrici, ma la Direzione dei lavori, per volte a piccolo raggio potrà, a suo giudizio, concedere l'adozione di un sistema misto, e cioè a rotoli con frequenti corsi passanti. Per volti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

Per le volte in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera larghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno costruiti simmetricamente da una parte e dall'altra della chiave ed in ultimo saranno gettati i conci alla chiave ed alle imposte per fare serraglie quando gli assestamenti delle centine siano già compiuti.

In tutti i casi, il conglomerato dovrà essere gettato in appositi casseri disposti simmetricamente rispetto al concio chiave, in modo che le centine risultino caricate uniformemente.

Il conglomerato dovrà essere gettato e vibrato nei casseri senza interruzione e ripresa di sorta per ogni concio, fino a che il concio stesso sia completato.

L'Impresa dovrà usare tutte gli accorgimenti e le tecniche, affinché le centinature siano abbassate uniformemente e simultaneamente.

Art. 20

Cappe sui volti

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti dovrà essere costituito con le materie e le proporzioni volumetriche indicate di seguito:

- malta cementizia composta da 500 Kg di cemento e 1 mc di sabbia: parti nove;
- pietrisco di dimensioni non minori di 5 mm e non maggiori di 20 mm: parti sedici.

Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, la superficie da rivestire e le connessure saranno diligentemente ripulite e lavate con acqua abbondante.

Lo smalto, o il conglomerato, si distenderà quando la superficie dell'estradosso si trova ancora umida in due o più strati, comprimendolo poi fortemente con spatole o con verghe strato per strato fino a che la malta si sarà prosciugata. La superficie dell'ultimo strato va poi spalmata con un intonaco di malta di cemento che dovrà essere lisciato fortemente con la cazzuola in modo da ridurlo a superficie regolare senza rughe o cavità.

Qualora venisse disposto l'impiego dello smalto, esso, quando avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, umettandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura, quindi verrà estradossato con fine malta idraulica.

Tanto lo smalto quanto il conglomerato, dopo ultimate le lavorazioni e messa in opera, dovranno essere riparati, dal sole e dalla pioggia, con stuoie od altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento.

Gli speciali manti bituminosi verranno stesi direttamente sull'estradosso della volta preventivamente regolarizzata con malta.

Sui manti bituminosi, che verranno eseguiti con le cautele che saranno prescritte, verrà poi disteso uno strato di smalto idraulico dello spessore di cm 5. In tutti i casi la cappa deve essere coperta con uno strato di sabbia di almeno 10 centimetri.

Quando si prescrive la cappa in asfalto, questa, salve speciali prescrizioni del contratto, deve farsi con la proporzione di circa kg 8 a 10 di bitume naturale per ogni 100 chilogrammi di mastice di asfalto naturale e 50 chilogrammi di sabbia, regolando inoltre la quantità di bitume in modo che l'asfalto possa distendersi con facilità.

La cappa di asfalto deve costruirsi soltanto dopo che le murature dei volti e dei rin fianchi siano bene asciutte. La cappa, appena distesa e mentre è ancora pastosa, deve essere coperta con spolveratura di sabbia che si incorpori nell'asfalto. Le cappe non si debbono mai eseguire prima del disarmo dei volti.

Art. 21

Strutture in acciaio

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture – DECRETO 14 gennaio 2008, Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617, Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – DECRETO 14 settembre 2005, Norme tecniche per le costruzioni
- D.M. LL.PP. 9/1/1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circ. M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9/1/1996",
- D.M. 4/5/1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. M. LL.PP. 25/2/1191, n. 34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4/5/1990".
- Norma tecnica C.N.R.-U.N.I. 10011-86, "Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"

A) ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei Lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 9 gennaio 1996, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 9 gennaio 1996, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei Lavori.

B) VERNICIATURE

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

Ciclo A

1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Ciclo B

1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con $ZnCrO_4$ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con TiO_2 (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura poliuretanicca di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Ciclo C

1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione singola o miscelati. È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario ($BaSO_4$) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla prima mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

3° strato: mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.

4° strato: mano di finitura alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

C) APPARECCHI D'APPOGGIO

Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle "Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni" C.N.R.-U.N.I. 11018-72, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosse e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme U.N.I., nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali impiegare dovranno essere accettati prima delle lavorazioni dal Direttore dei Lavori, il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Art. 22

Demolizioni

Le operazioni di demolizione saranno eseguite, da parte dell'Impresa, con ordine e con le necessarie cautele e 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 in basso tramite appositi sistemi ritenuti idonei per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione Lavori, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione appaltante; alla quale spetta ai sensi dell'art. 40 del Capitolato generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato art. 40.

La Direzione dei lavori si riserva di disporre a suo insindacabile giudizio l'impiego dei materiali di recupero, nel rispetto della normativa vigente in materia, per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del citato art. 40 del Capitolato generale.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie come per gli scavi in genere.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Art. 23
Tubazioni

23.1 – Tubi in conglomerato cementizio semplice

I tubi in calcestruzzo non armato e relativi pezzi speciali devono possedere i requisiti prestazionali , ed altresì devono essere sottoposti alle prove ed alla marcatura CE secondo la Norma UNI EN 1916 (Tubi e raccordi in calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio ed armature normali) ed alle Norme cui la medesima rimanda .

Valgono inoltre le seguenti Normative di riferimento :

UNI EN 681 (*Elementi di tenuta in elastomero – Materiali per giunti – Gomma vulcanizzata*) - UNI 8981 (*Durabilità delle opere e manufatti in cls*) – D.M. 12.12.85 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) – Circolare LL.PP. 27291 (*Istruzioni alla normativa per le tubazioni*) – UNI 7517 (*Guida per la scelta della classe dei tubi con carichi esterni e con o senza pressione interna*) – DIN 4033 (*Canali e tubazioni prefabbricate: direttive per la fabbricazione*) .

23.1.A – Prescrizioni relative alla fornitura

A.1 Definizione

Appartengono a questa categoria i condotti in conglomerato cementizio nei quali o non esiste armatura metallica, ovvero la stessa sia prevista esclusivamente per le necessità di trasporto e di posa, non essendo richiesta alcuna sua specifica funzione statica nelle condizioni d'uso dei manufatti.

A.2 Dimensioni e tolleranze

La lunghezza dei tubi (lunghezza interna del corpo, ossia della parte cilindrica con esclusione delle estremità sagomate) deve essere conforme a quella dichiarata nei documenti di fabbricazione. Per tubi circolari fino a DN 250 incluso, la lunghezza non deve essere maggiore di sei volte il diametro esterno, salvo che sia dimostrata la conformità della Resistenza a momento flettente longitudinale; in tutti gli altri casi la lunghezza è un multiplo di 500 mm .

La Norma UNI EN 1916 cui si fa riferimento tratta di tubi di dimensioni nominali fino a DN 1750 se circolari o fino a WN/HN 1200/1800 se ovoidali . Per dimensioni superiori devono intercorrere accordi tra il costruttore ed il committente.

Il profilo di un giunto deve essere conforme alle dimensioni di progetto ed alle tolleranze corrispondenti dichiarate nei documenti di fabbricazione. Le tolleranze dichiarate per ogni profilo e le tolleranze massime consentite sulla/e guarnizione/i non devono superare quelle specificate nella EN 681-1. Tali tolleranze devono essere prese in considerazione durante il calcolo (di cui al punto 4.3 della UNI EN 1916) della deformazione delle guarnizioni .

A.3 Finiture

Sono ammesse screpolature nello strato superficiale di boiaccia, fessurazioni capillari dovute a ritiri o alla temperatura, purchè con larghezza superficiale non superiore a 0,15 mm .

Prima di misurare le larghezze delle fessurazioni, a discrezione del fabbricante è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28 ore.

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio .

A.4 Indicazioni di riconoscimento

Ciascun tubo o elemento (o, quando impossibile, ogni confezione di elementi) deve essere contrassegnato durante la fabbricazione ed in modo indelebile e chiaramente visibile, secondo quanto indicato nel punto 8. della Norma UNI EN 1916 , con le seguenti indicazioni minime:

- ◇ identificazione del produttore e luogo di produzione;
- ◇ identificazione della Norma di riferimento (UNI EN 1916) ;
- ◇ la data di produzione (giorno progressivo solare ed anno);
- ◇ identificazione del materiale (es. U = cls non armato ; A= cls armato con tondini di acciaio; F= cls armato con fibre d'acciaio) ;
- ◇ dimensioni nominali (diametro e lunghezza) e tipo di giunto ;
- ◇ identificazione di qualsiasi organismo di certificazione ;
- ◇ identificazione della classe di resistenza (come da Appendice "I" della Norma UNI EN 1916) ;
- ◇ identificazione di condizioni di esercizio particolari o di impieghi speciali ;
- ◇ marcatura CE come indicato nella Norma UNI EN 1916 .

A.5 Provenienza

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei lavori le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonchè le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Ferme restando le responsabilità che competono, da un lato - ai sensi della legge 05.11.1971 n.1086 e del D.M. 14.01.2008 - a Progettista, Direttore dei lavori e Costruttore dei prefabbricati, e dall'altro - ai sensi della normativa stessa e del presente capitolato - a Progettista, Direttore delle strutture, nonché Appaltatore, la Direzione dei lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

All'atto del conferimento dell'ordine, l'Appaltatore è comunque tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

A.6 Prescrizioni costruttive : materiali

Per i materiali da impiegarsi per la fabbricazione dei tubi si richiamano le prescrizioni relative ai tubi in conglomerato cementizio armato .

23.1.B – Prescrizioni tecniche

B.1 Caratteristiche generali

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo alla Appendice "G" della Norma UNI EN 1916.

B.2 Resistenza meccanica

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti dal peso proprio, dal grado di riempimento, dalle altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice e dai carichi esterni di progetto .

B.2a - Quando sottoposto a prova in conformità della Appendice "C" della Norma UNI EN 1916, un tubo deve resistere ad un carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n - espresso in kN/m - conformemente alla sua dimensione nominale ed alla sua classe di resistenza (*essendo la classe di resistenza il Carico minimo di schiacciamento diviso per un millesimo della Dimensione Nominale DN o Larghezza nominale WN*) .

B.2b - La Resistenza "M" a momento flettente longitudinale di un tubo, sottoposto a prova in conformità ad uno dei metodi - a discrezione del fabbricante - specificati nell'Appendice "D" della Norma UNI EN 1916 , non deve essere minore del valore ottenuto dalla seguente formula :

$M = 0,013 \text{ kN/m} \cdot DN \cdot L^2$ essendo DN la dimensione nominale [m] ed L la lunghezza del corpo [m] .

B.3 Tenuta all'acqua

La tenuta all'acqua degli elementi deve essere determinata in conformità del metodo di cui all'Appendice "E" della Norma UNI EN 1916 . Essi verificano se gli elementi e gli assemblaggi dei giunti rimangono a tenuta quando sottoposti alla pressione idrostatica interna specificata e - nel caso dei giunti - quando soggetti a deviazione angolare e/o carico di taglio.

Gli elementi con spessore della parete di progetto superiore a 125 mm non devono essere sottoposti a prova idrostatica.

Sono da considerarsi a tenuta gli elementi che sopportano una pressione idrostatica interna di 50 kPa (0,5 bar o circa 5 m di colonna d'acqua) mantenuta per un periodo di 15 minuti, senza manifestare alcuna perdita o altri difetti visibili ; l'umidità della superficie non costituisce una perdita.

La tenuta dei giunti in caso di deviazione angolare va verificata con la stessa pressione idrostatica di cui sopra e per lo stesso tempo , avendo sottoposto gli elementi ad una deviazione angolare pari a $12500/DN$ [mm/m] (o $12500/WN$ se ovoidali) - oppure 50 mm/m , quale dei due è minore .

La tenuta dei giunti in presenza di carico di taglio va verificata applicando un carico F_s in kN pari a 0,03 volte DN (o 0,03 volte WN se tubi ovoidali) , ed una pressione idrostatica interna di 50 kPa , tenuti per 15 minuti.

E' ammesso combinare le due prove di tenuta dei giunti (deviazione angolare e carico di taglio) : in questo caso la deviazione angolare ed il carico di taglio devono essere applicati nello stesso piano e nella stessa direzione ed il carico di taglio F_s in kN deve essere pari a 0,01 volte DN (o 0,01 volte WN se tubi ovoidali) .

B.4 Assorbimento d'acqua

La valutazione dell'assorbimento d'acqua per immersione del calcestruzzo indurito è da eseguirsi su un campione di massa non minore di 2 kg e non maggiore di 4 kg quando tagliato da un elemento indurito.

Il valore dell'assorbimento A_w , espresso in percentuale, è la differenza tra la massa del campione dopo l'immersione (a massa ormai costante , verificata da due pesate distanti almeno 24 ore) e la massa del medesimo asciutto , rapportata a quest'ultima.

B.5 Durabilità

La durabilità degli elementi installati e dei relativi giunti è garantita in particolare dai seguenti elementi :

- Massimo rapporto acqua/cemento nel calcestruzzo (non superiore a 0,45) ;
- Massimo contenuto di cloruro nel calcestruzzo (nel cemento non armato il contenuto di ioni Cl^- per massa di cemento non deve essere maggiore dell' 1,0%) ;
- Massimo assorbimento d'acqua nel calcestruzzo (non superiore al 6%) ;
- Conformità ai criteri , di cui al punto 4.3 della Norma UNI EN 1946, per dimostrare la durabilità dei giunti.

B.6 Esercizio

Gli elementi destinati ad essere utilizzati in condizioni di umidità e di ambiente chimico leggermente aggressivo (cioè le condizioni normali di fognature domestiche e liquami industriali trattati e per la maggior parte delle acque del suolo e di falda) sono quelli che soddisfano i requisiti tutti della Norma UNI EN 1961 . Per ambienti chimici più aggressivi o più severi si rimanda alle disposizioni nazionali sul calcestruzzo.

23.1.C – Modalità di posa

La posa in opera delle tubazioni, dalla loro movimentazione al ricoprimento, avverrà come indicato nel successivo art. 24 "Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura", che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 .

23.1.C – Ispezioni e collaudo

Le ispezioni ed il collaudo della tenuta idraulica delle tubazioni avverranno secondo quanto indicato nel successivo art. 26 che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

23.2 – Tubi in conglomerato cementizio armato

23.2.A – Prescrizioni relative alla fornitura

I tubi in calcestruzzo non armato e relativi pezzi speciali devono possedere i requisiti prestazionali , ed altresì devono essere sottoposti alle prove ed alla marcatura CE secondo la Norma UNI EN 1916 (Tubi e raccordi in calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio ed armature normali) ed alle Norme cui la medesima rimanda .

Valgono inoltre le seguenti Normative di riferimento :

UNI EN 681 (*Elementi di tenuta in elastomero – Materiali per giunti – Gomma vulcanizzata*) - UNI 8981 (*Durabilità delle opere e manufatti in cls*) - D.M. 12.12.85 (*Norme tecniche relative alle tubazioni*) - Circolare LL.PP. 27291 (*Istruzioni alla normativa per le tubazioni*) - UNI 7517 (*Guida per la scelta della classe dei tubi con carichi esterni e con o senza pressione interna*) - DIN 4033 (*Canali e tubazioni prefabbricate: direttive per la fabbricazione*) .

A.1 Definizione

Appartengono a questa categoria i condotti in conglomerato cementizio strutturalmente armato con una o più gabbie di acciaio, posizionate opportunamente in modo da resistere alle sollecitazioni di trazione nella parete del tubo.

A.2 Dimensioni e tolleranze

La lunghezza dei tubi (lunghezza interna del corpo ossia della parte cilindrica con esclusione delle estremità sagomate) deve essere conforme a quella dichiarata nei documenti di fabbricazione. Per tubi circolari fino a DN 250 incluso, la lunghezza non deve essere maggiore di sei volte il diametro esterno, salvo che sia dimostrata la conformità della Resistenza a momento flettente longitudinale; in tutti gli altri casi la lunghezza è un multiplo di 500 mm .

La Norma UNI EN 1916 cui si fa riferimento tratta di tubi di dimensioni nominali fino a DN 1750 se circolari o fino a WN/HH 1200/1800 se ovoidali . Per dimensioni superiori devono intercorrere accordi tra il costruttore ed il committente.

Il profilo di un giunto deve essere conforme alle dimensioni di progetto ed alle tolleranze corrispondenti dichiarate nei documenti di fabbricazione. Le tolleranze dichiarate per ogni profilo e le tolleranze massime consentite sulla/e guarnizione/i non devono superare quelle specificate nella EN 681-1. Tali tolleranze devono essere prese in considerazione durante il calcolo (di cui al punto 4.3 della UNI EN 1916) della deformazione delle guarnizioni .

A.3 Finiture

Sono ammesse screpolature nello strato superficiale di boiacca, fessurazioni capillari dovute a ritiri o alla temperatura, fessurazioni residue causate dalle prove di resistenza, purchè con larghezza superficiale non superiore a 0,15 mm .

Prima di misurare le larghezze delle fessurazioni, a discrezione del fabbricante è ammesso immergere un elemento in acqua per un massimo di 28 ore.

Gli elementi con fessurazioni diverse da quelle descritte sopra non sono da ritenersi a norma.

Le superfici funzionali dei profili del giunto devono essere prive di irregolarità che precludano una durabile tenuta dell'assemblaggio .

A.4 Indicazioni di riconoscimento

Ciascun tubo o elemento (o, quando impossibile, ogni confezione di elementi) deve essere contrassegnato durante la fabbricazione ed in modo indelebile e chiaramente visibile, secondo quanto indicato nel punto 8. della Norma UNI EN 1916 , con le seguenti indicazioni minime:

- ◇ identificazione del produttore e luogo di produzione;
- ◇ identificazione della Norma di riferimento (UNI EN 1916) ;
- ◇ la data di produzione (giorno progressivo solare ed anno);
- ◇ identificazione del materiale (es. U = cls non armato ; A= cls armato con tondini di acciaio; F= cls armato con fibre d'acciaio) ;
- ◇ dimensioni nominali (diametro e lunghezza) e tipo di giunto ;
- ◇ identificazione di qualsiasi organismo di certificazione ;
- ◇ identificazione della classe di resistenza (come da Appendice "I" della Norma UNI EN 1916) ;
- ◇ identificazione di condizioni di esercizio particolari o di impieghi speciali ;
- ◇ marcatura CE come indicato nella Norma UNI EN 1916 .

A.5 Provenienza

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature.

Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei lavori le fabbriche presso le quali egli intenda approvvigionarsi, le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) nonché le particolari modalità seguite nella loro costruzione.

Ferme restando le responsabilità che competono, da un lato - ai sensi della legge 05.11.1971 n.1086 e del D.M. 14.01.2008 - a Progettista, Direttore dei lavori e Costruttore dei prefabbricati, e dall'altro - ai sensi della normativa stessa e del presente capitolato - a Progettista, Direttore delle strutture, nonché Appaltatore, la Direzione dei lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare i metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore.

All'atto del conferimento dell'ordine, l'Appaltatore è comunque tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno essere sottoposti i tubi.

A.6 Prescrizioni costruttive

A.6a *Aggregati e leganti*

Nella fabbricazione dei tubi dovrà essere usato un legante idoneo, avuto riguardo alle caratteristiche dei liquami, del terreno e dei carichi.

Gli inerti dovranno essere conservati puliti e separati in almeno tre classi granulometriche:

- fino a 3 mm;
- da 3 a 7 mm;
- oltre i 7 mm.

La grandezza massima dei granuli non potrà superare i 20 mm.

Gli aggregati non devono contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la posa, l'indurimento, la resistenza, la tenuta all'acqua o la curabilità del calcestruzzo, né tali da causare la corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

Al fabbricante è consentito di modificare le gradazioni normalizzate per adattarle al processi produttivo.

A.6b *Acqua di impasto*

Anche l'acqua di impasto non deve contenere sostanze nocive in quantità tali da compromettere la posa, l'indurimento, la resistenza, la tenuta all'acqua o la curabilità del calcestruzzo, né tali da causare la corrosione di qualsiasi tipo di acciaio.

A.6c *Additivi*

Gli additivi che avessero effetto impermeabilizzante o influissero sulla presa del conglomerato potranno essere usati solo con il consenso della Direzione dei lavori e sempre che non ne derivi pregiudizio all'armatura.

A.6d *Impasti*

Il calcestruzzo in qualsiasi elemento deve essere compatto ed omogeneo.

- Deve avere una composizione tale per cui il rapporto acqua/cemento più eventuali aggiunte aventi caratteristiche pozzolaniche o idrauliche allo stato completamente compattato, sia coerente con le condizioni di esercizio del tubo; tale rapporto non deve essere maggiore di 0,45.
- Il contenuto massimo degli ioni di cloruro nel calcestruzzo armato non deve essere maggiore dello 0,4%.
- L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo, sottoposto a prova come detto al successivo paragrafo B.4, non deve essere maggiore del 6% della massa.

A.6e Armatura

L'acciaio di armatura deve essere saldabile, quando devono essere eseguite saldature. Può essere liscio, con aderenza migliorata, profilato o con nervature. Gli stessi materiali devono essere utilizzati nella fabbricazione di qualsiasi rete saldata. Si fa riferimento alla ISO 10544.

L'armatura dei tubi deve essere correlata alla resistenza a schiacciamento minima appropriata in conformità alla

loro Dimensione Nominale ed alla loro classe di resistenza.

La percentuale minima di armatura, relativa all'area di sezione trasversale longitudinale del corpo, deve essere di 0,4% per l'acciaio liscio e di 0,25% per l'acciaio ad aderenza migliorata o profilato o con nervature.

E' consentito utilizzare una o più gabbie di armatura, sia avvolte a spirale sia realizzate come cerchi concentrici e ricavate da una struttura in acciaio, convenientemente collegata.

Sono ammesse gabbie di armatura ellittiche o altrimenti non circolari. In questo caso si deve provvedere ad una indicazione durevole posta sull'estradosso dell'elemento che costituisca un mezzo per individuare l'armatura, almeno all'interno dell'elemento.

I tondini di acciaio disposti lungo la circonferenza e longitudinale (se presenti) devono essere assemblati mediante saldatura o legatura al fine di controllare la spaziatura e la forma della/e gabbia/e di armatura. L'armatura disposta lungo la circonferenza deve essere posizionata ad intervalli regolari su tutta la lunghezza dell'elemento. La/e gabbia/e di armatura deve/devono essere mantenuta/e nella forma progettata.

Le armature dovranno essere coperte da almeno 10 mm di calcestruzzo. In ogni caso il copriferro minimo deve essere coerente con le condizioni di esercizio della tubazione.

23.2.B – Prescrizioni tecniche

B.1 Caratteristiche generali

I tubi devono essere conformi ai requisiti previsti al momento della consegna, secondo la documentazione di fabbrica e le prove effettuate in accordo alla Appendice "G" della Norma UNI EN 1916.

B.2 Resistenza meccanica

Le tubazioni dovranno possedere caratteristiche di resistenza adeguate alle sollecitazioni ed alle azioni derivanti dal peso proprio, dal grado di riempimento, dalle altezze minime e massime di ricoprimento sopra il vertice e dai carichi esterni di progetto.

B.2a - Quando sottoposto a prova di resistenza a schiacciamento al vertice in conformità della Appendice "C" della Norma UNI EN 1916, un tubo deve resistere ad un carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n - espresso in kN/m - conformemente alla sua dimensione nominale ed alla sua classe di resistenza (essendo la classe di resistenza il Carico minimo di schiacciamento diviso per un millesimo della Dimensione Nominale DN o Larghezza nominale WN).

Le tubazioni devono avere **classe di resistenza allo schiacciamento** non inferiore a :

Diametro Nominale				Classe di resistenza		
da	DN	300 mm	a	DN	700 mm	135 kN/m ²
da	DN	800 mm	a	DN	1200 mm	110 kN/m ²
da	DN	1300 mm	a	DN	1600 mm	100 kN/m ²
oltre DN				1600 mm		90 kN/m ²

I valori del **Carico minimo di schiacciamento normalizzato F_n** in funzione della Dimensione Nominale risultano essere :

Diametro Nominale		Carico F_n		Diametro Nominale		Carico F_n	
DN	400 mm	54	kN/m	DN	1000 mm	110	kN/m
DN	500 mm	68	kN/m	DN	1200 mm	132	kN/m
DN	600 mm	81	kN/m	DN	1400 mm	140	kN/m

DN	700 mm	95	kN/m	DN	1600 mm	160	kN/m
DN	800 mm	88	kN/m	-	-	-	-

In aggiunta devono resistere anche ad un carico di prova (fessurazione) F_c pari a $0,67 F_n$, presentando solo eventuali fessurazioni superficiali stabilizzate nella zona di trazione del calcestruzzo non maggiori di 0,3 mm per una lunghezza continua di 300 mm o maggiore.

B.2b - La Resistenza "M" a momento flettente longitudinale di un tubo, sottoposto a prova in conformità ad uno dei metodi - a discrezione del fabbricante - specificati nell'Appendice "D" della Norma UNI EN 1916, non deve essere minore del valore ottenuto dalla seguente formula :

$$M = 0,013 \text{ kN/m} \cdot \text{DN} \cdot L^2 \quad \text{essendo DN la dimensione nominale [m] ed L la lunghezza del corpo [m].}$$

B.3 Tenuta all'acqua

La tenuta all'acqua degli elementi deve essere determinata in conformità del metodo di cui all'Appendice "E" della Norma UNI EN 1916. Esso verifica se gli elementi e gli assemblaggi dei giunti rimangono a tenuta quando sottoposti alla pressione idrostatica interna specificata e - nel caso dei giunti - quando soggetti a deviazione angolare e/o carico di taglio.

Gli elementi con spessore della parete di progetto superiore a 125 mm non devono essere sottoposti a prova idrostatica.

Sono da considerarsi a tenuta gli elementi che sopportano una pressione idrostatica interna di 50 kPa (0,5 bar o circa 5 m di colonna d'acqua) mantenuta per un periodo di 15 minuti, senza manifestare alcuna perdita o altri difetti visibili ; l'umidità della superficie non costituisce una perdita.

La tenuta dei giunti in caso di deviazione angolare va verificata con la stessa pressione idrostatica di cui sopra e per lo stesso tempo, avendo sottoposto gli elementi ad una deviazione angolare pari a $12500/\text{DN}$ [mm/m] (o $12500/\text{WN}$ se ovoidali) - oppure 50 mm/m, quale dei due è minore.

La tenuta dei giunti in presenza di carico di taglio va verificata applicando un carico F_s in kN pari a 0,03 volte DN (o 0,03 volte WN se tubi ovoidali), ed una pressione idrostatica interna di 50 kPa, tenuti per 15 minuti.

E' ammesso combinare le due prove di tenuta dei giunti (deviazione angolare e carico di taglio) : in questo caso la deviazione angolare ed il carico di taglio devono essere applicati nello stesso piano e nella stessa direzione ed il carico di taglio F_s in kN deve essere pari a 0,01 volte DN (o 0,01 volte WN se tubi ovoidali).

B.4 Assorbimento d'acqua

La valutazione dell'assorbimento d'acqua per immersione del calcestruzzo indurito è da eseguirsi su un campione di massa non minore di 2 kg e non maggiore di 4 kg quando tagliato da un elemento indurito.

Il valore dell'assorbimento A_w , espresso in percentuale, è la differenza tra la massa del campione dopo l'immersione (a massa ormai costante, verificata da due pesate distanti almeno 24 ore) e la massa del medesimo asciutto, rapportata a quest'ultima.

B.5 Durabilità

La durabilità degli elementi installati e dei relativi giunti è garantita in particolare dai seguenti elementi :

- Massimo rapporto acqua/cemento nel calcestruzzo (non superiore a 0,45) ;
- Massimo contenuto di cloruro nel calcestruzzo (nel cemento non armato il contenuto di ioni Cl^- per massa di cemento non deve essere maggiore dell' 1,0%) ;
- Massimo assorbimento d'acqua nel calcestruzzo (non superiore al 6%) ;
- Conformità ai criteri, di cui al punto 4.3 della Norma UNI EN 1946, per dimostrare la durabilità dei giunti.

B.6 Esercizio

Gli elementi destinati ad essere utilizzati in condizioni di umidità e di ambiente chimico leggermente aggressivo (cioè le condizioni normali di fognature domestiche e liquami industriali trattati e per la maggior parte delle acque del suolo e di falda) sono quelli che soddisfano i requisiti tutti della Norma UNI EN 1961. Per ambienti chimici più aggressivi o più severi si rimanda alle disposizioni nazionali sul calcestruzzo.

23.2.C - Modalità di posa

La posa in opera delle tubazioni, dalla loro movimentazione al ricoprimento, avverrà come indicato nel successivo art. 24 "Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura", che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610.

23.2.D - Ispezioni e collaudo

Le ispezioni ed il collaudo della tenuta idraulica delle tubazioni avverranno secondo quanto indicato nel successivo art. 26 che fa riferimento alla Norma UNI EN 1610 "Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura".

23.3 - Tubi in fibro-cemento

I tubi in fibro-cemento dovranno essere fabbricati con miscela intima ed omogenea, comprendente essenzialmente cemento conforme alle vigenti norme ufficiali, con aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua. Potrà ammettersi l'aggiunta di materiali sicuramente attivi per migliorare la qualità del prodotto, escludendo qualsiasi fibra organica.

Le tubazioni in fibro-cemento ed i relativi pezzi speciali e di giunzione dovranno possedere i requisiti e soddisfare le prescrizioni previste dalla norma DIN 19850/91. In particolare si osserverà quanto segue.

1. Caratteristiche

I tubi ed i pezzi speciali devono essere prodotti meccanicamente con miscela omogenea di cemento, aggiunta di fibre sintetiche, cellulosa ed acqua. Come legante possono essere usati solo cementi a norma. Sono da escludere sostanze in grado di alterare le caratteristiche di stabilità dei tubi e pezzi speciali.

Le parti incollate dei pezzi speciali devono essere stabili nel tempo, resistenti a trazione ed essere a tenuta. I tubi devono avere una superficie interna uniforme e liscia. Sono permesse imperfezioni superficiali lievi, all'interno dei limiti di tolleranza e solo se queste non incidono sulle caratteristiche dei tubi.

Le estremità dei tubi devono essere esenti da imperfezioni, sbavature e devono essere ad angolo retto, rispetto all'asse del tubo. Le estremità del tubo devono permettere una giunzione a tenuta. I tubi devono poter essere forati, tagliati e segati.

Ogni tubo dovrà portare marche leggibili ed indelebili che permettano di individuare :

- a. la marca di fabbrica;
- b. la data di fabbricazione;
- c. la classe del tubo (Classe A o Classe B)
- d. il diametro nominale.

Gli **spessori nominali** nel corpo del tubo dovranno essere non inferiori a quelli indicati nel prospetto alla pagina seguente.

I tubi ed i pezzi speciali devono aver subito, prima della consegna, un processo di maturazione di almeno 28 giorni. Qualora i tubi e pezzi avessero subito un processo di maturazione veloce, allora la consegna può essere anticipata. I tubi, manicotti e pezzi speciali dovranno essere invetriati internamente ed esternamente con resine epossidiche speciali, atossiche, esenti da solventi ed ammine aromatiche, in conformità alla circolare n. 102 del Ministero della Sanità.

La giunzione dei tubi e pezzi speciali, realizzata con manicotti e relativi anelli in materiale elastomerico, dovrà garantire la perfetta tenuta idraulica e consentire il collaudo dell'opera in conformità alle vigenti disposizioni di legge.

Diametro nominale	S P E S S O R E [mm]	
D N	Classe A	Classe B
150	--	9
200	--	10
250	11	12
Diametro nominale	S P E S S O R E [mm]	
D N	Classe A	Classe B
300	12	14
350	14	17
400	16	18
450	18	20
500	20	22
600	23	25
700	25	29
800	28	33
900	31	37
1000	34	41
1100	37	45
1200	41	49

2. Prove di rottura per schiacciamento trasversale

Durante il collaudo dei tubi devono essere raggiunti i valori minimi dello schiacciamento indicati nella tabella seguente.

Diametro nominale D N	Valori minimi di carico A ROTTURA	
	Classe A [kN/m]	Classe B [kN/m]
--	30	
--	30	
29	34	
29	37	
31	45	
35	47	
40	50	
44	53	
47	58	
50	65	
800	55	73
900	59	82
1000	63	90
1100	68	98
1200	73	106
1300	81	116
1400	88	126
1500	97	135

23.4 - Tubi in gres ceramico

Le tubazioni ed i pezzi speciali in grès ceramico devono presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti ed asperità e, percossi da un martello, devono dare un suono metallico. Dovranno altresì essere prodotti da Azienda in possesso di sistema di Certificazione di Qualità secondo la norma ISO - EN - UNI - 9002.

Essi devono essere verniciati internamente ed esternamente e presentare giunto a bicchiere - sistema C - in conformità alle norme UNI EN 295 parti 1 - 2 - 3 .

La giunzione sarà composta da elementi di tenuta in poliuretano applicati sulla punta ed all'interno del bicchiere che, sottoposti alle prove di cui alla UNI EN 295/3 punto 15, dovranno soddisfare i limiti riportati nel prospetto VII della UNI EN 295/1 punto 3.1.2 e garantire gli aspetti di tenuta idraulica indicati dalla norma UNI EN 295/1 punto 3.2.

1. Sistema di giunzione

Le tubazioni devono essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano fissate in stabilimento.

Dette guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Prova	Unità	Limite	Prova UNI EN 295-3, punto
Resistenza alla trazione	N/mm ²	≥ 2	15.2
Allungamento a rottura	%	≥ 90	15.2
Durezza	Shore A o IRDH	67 ± 5	15.3
Deformazione residua rimanente dopo 24 ore a 70 °C %	%	< 20	15.5
Deformazione residua rimanente dopo 70 ore a 23 °C %	%	< 5	15.5
Resistenza all'invecchiamento della durezza	Shore A o	67 ± 5	15.6

	IRDH		
Rilassamento dopo Tensione D s 1:4	%	≤ 14	15.4
Rilassamento dopo Tensione D s 1:5	%	≤ 15	15.4
Comportamento a bassa temperatura	Shore A o IRDH	≤ 80	15.7

2. Tenuta idraulica

Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 parte 3 punto 18, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 1 bar, equivalente ad un battente idraulico di 10 m. di colonna d'acqua.

Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in poliuretano dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica, una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di 50 ÷ 75 N per millimetro di diametro e disassamenti angolari delle condotte pari a :

sino a Ø 200 mm	80 mm/m
dal Ø 225 mm al Ø 500 mm	30 mm/m
dal Ø 600 mm al Ø 800 mm	20 mm/m

in conformità ai metodi di prova previsti dalla norma UNI EN 295/3 punto 18.

3. Certificato di collaudo

Come previsto dal "Decreto del Ministero dei lavori Pubblici del 12.12.1985 - Norme tecniche relative alle tubazioni" le singole forniture dovranno essere accompagnate da una dichiarazione di conformità, redatta secondo quanto previsto dalla norma UNI CEI EN 45014 Aprile 1999, rilasciata dal fabbricante all'impresa esecutrice.

Il documento attesta la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295.

23.5 – Tubi in PVC

I tubi ed i raccordi in P.V.C. policloruro di vinile rigido, non plastificato, dovranno corrispondere alle norme UNI EN 1401-1 (tipi, dimensioni, caratteristiche) e UNI EN 1905 (metodi di prova generali) riguardanti i tubi rigidi di cloruro di polivinile non plastificato. In particolare i tubi, sottoposti alle prove secondo le norme UNI EN 1905, dovranno presentare una superficie, sia interna che esterna, liscia ed uniforme, esente da irregolarità e difetti.

La sezione inoltre dovrà essere compatta ed esente da cavità o bolle; non dovranno manifestare perdite né alterazioni, dimensionali o di forma, apprezzabili a vista.

I tubi saranno giuntati fra di loro con il sistema a bicchiere con l'anello di tenuta conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro solidamente inserito nel bicchiere.

I pezzi speciali dovranno rispondere ai tipi, alle dimensioni ed alle caratteristiche stabiliti nelle suddette norme UNI. I tubi ed i raccordi saranno di colore rosso mattone RAL 8023 e/o grigio RAL 7037 .

I tubi dovranno portare il marchio di conformità rilasciato da Istituto terzo accreditato presso Organismo SINCERT e recare ogni due metri :

- il nome del fabbricante o marchio commerciale ;
- la data di produzione ;
- il diametro nominale e la classe di rigidità SN del tubo ;
- la norma di prodotto UNI EN 1401-1 ;
- il rapporto standard dimensionale SDR e lo spessore minimo.

La fornitura di tubazione della lunghezza commerciale di 6 m dovrà essere accompagnata dalla dichiarazione di conformità del Produttore alla Norma di riferimento con cui sono fabbricati i tubi.

Dovranno altresì essere prodotti in stabilimenti che attuano la Certificazione del Sistema di Qualità Aziendale in conformità alla norma UNI EN ISO 9002 rilasciata da Enti terzi riconosciuti a loro volta accreditati CISQ .

23.6 – Tubi in polipropilene e polietilene

23.6.A – Prescrizioni di qualità

A.1 Prescrizioni generali

Il materiale base per la produzione di tubi in polipropilene dovrà presentare le seguenti caratteristiche.

	POLIPROPILENE	POLIETILENE
a. proprietà fisiche :		
densità gr/cm ³	0,930	0,950
b. proprietà meccaniche:		
carico di rottura N/mm ²	> 35	> 24
allungamento alla rottura%	> 80	> 800
durezza	> 45	≅ 63
	(Rockwell)	(Shore)
c. proprietà tecniche:		
coefficiente di espansione lineare		
(trà 20 e 80°C).....	1,5 • 10 ⁻⁴	2 • 10 ⁻⁴
conduttività termicacal/h•m•°C	0,20	0,36
d. proprietà elettriche:		
	2,2 ÷ 2,3	2,4 ÷ 2,5
e. additivi e stabilizzanti:		
il materiale potrà essere additivato		
al nerofumo e stabilizzato con agenti		
antinviechiamento.		

I tubi dovranno essere realizzati per estrusione con adatte macchine. Particolare cura dovrà essere posta nella calibrazione in modo da evitare lo stiramento del materiale.

Per *prove e collaudi* sui materiali, tubazioni in opera e saldature, valgono le seguenti norme.

- per il *polietilene* : per il dimensionamento : norme UNI 7611-76
- per prove e collaudi sul prodotto finito : norme UNI 7615-76
- per il *polipropilene* : per il dimensionamento : norme DIN 8077
- per prove e collaudi sul prodotto finito : norme DIN 8078
- per esecuzione delle saldature : norme DIN 16932 e le specifiche dell'Istituto Olandese per la saldatura: IIW-XVI " Procedure qualification for welding of h.d. PE pipe " 71/E.

Le prove per accertare la corrispondenza alle specifiche precedenti saranno eseguite nel numero di una per ogni partita di tubazioni da un Istituto ufficiale specializzato, a giudizio della Direzione dei lavori ed in presenza di un suo rappresentante, sia sui prodotti di una stessa partita giacenti presso il fabbricante, sia sulle tubazioni giacenti in cantiere o finite in opera.

I campioni prelevati per le prove saranno numerati, marcati, catalogati e registrati in apposito registro ed i certificati emessi dall'Istituto dovranno riportare, oltre ai risultati, la data di esecuzione delle prove, il numero dei campioni e quant'altro serva ad identificare la partita di fornitura.

La Direzione dei lavori verificherà inoltre su base statistica i tubi ricevuti in cantiere per verificare la rispondenza alle prescrizioni dimensionali, cui al precedente punto. Sarà verificata una barra ogni 20; se si riscontreranno valori fuori tolleranza il controllo sarà ripetuto su altrettante barre. Nel caso che anche queste siano fuori tolleranza, il lotto di barre sarà scartato.

L'Appaltatore dovrà fornire a sue spese la mano d'opera e l'assistenza necessaria (prelievo e fornitura dei campioni, trasporto all'Istituto, ecc.), le apparecchiature per prove in cantiere, l'esecuzione delle prove stesse.

Tutti gli oneri derivanti dalle operazioni per prove e collaudi, nonché il costo delle prove presso l'Istituto, saranno a carico dell'Appaltatore.

A.2 Certificati di prova e di qualità

I certificati di prova e di qualità, emessi da Istituto ufficiale e presentati dall'Appaltatore, saranno ammessi qualora il fabbricante dei tubi sia in grado di dimostrare l'uniformità nel tempo della propria produzione.

In ogni caso non saranno ammessi certificati risalenti ad oltre un biennio precedente la data di fornitura e subordinati alla dimostrazione che i tubi vennero prelevati e contrassegnati da un delegato dell'Istituto in cui sono state eseguite le prove.

In detti certificati verranno riassunte tutte le caratteristiche dei tubi forniti e cioè, per ogni carica di estensore:

- ◇ numero della carica e data di produzione;
- ◇ nome e caratteristiche del granulato;
- ◇ valori del melt-index e della perdita di umidità;
- ◇ dimensioni nominali e tolleranza massima;
- ◇ valori minimi e massimi misurati sul diametro e sugli spessori;
- ◇ marchiatura;
- ◇ classe di resistenza e risultato delle prove di scorrimento a pressione interna.

L'accettazione di tali certificati non esclude che, a giudizio della Direzione lavori, possano venire eseguite ulteriori prove di cantiere.

23.6.B – Carico e scarico, giunzioni e saldature

B.1 Carico e scarico

Il carico e lo scarico potranno avvenire con gru con portata inferiore alle 3 tonnellate o col braccio di un escavatore.

Il tubo sarà sollevato nella zona centrale con un bilancino di ampiezza di almeno 3 metri dotato di funi o fasce in nylon o di acciaio rivestito.

Il piano di appoggio dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite.

È ammesso lo scarico e lo stivaggio su ghiaia, sabbia, asfalto o cemento, evitando però lo strisciamento del tubo. Lo scarico per rotolamento dal mezzo di trasporto con piano inclinato è ammesso purché il piano di arrivo sia composto da terreno naturale o il tubo venga appoggiato su traversine; sono comunque da evitare urti bruschi su superfici rigide.

B.2 Sistemi di giunzione per tubazione in PP e loro esecuzione

La saldatura con termoelementi è idonea per la saldatura di testa di tubi e/o lastre piane.

I termoelementi sono piastre in acciaio inox o in lega di alluminio, rivestite con tessuto di PTFE e fibra di vetro, riscaldati con resistenze elettriche (consumo 75 W/cm² circa).

I termoelementi possono anche essere riscaldati con fiamma a gas o in camera calda. Il controllo della temperatura di riscaldamento potrà essere fatto con gessi o matite termocromiche.

Per ciascun tipo di materiale plastico, variano le temperature del termoelemento e la pressione necessaria all'unione dei pezzi.

Per il PP si hanno i seguenti valori:

- ◇ temperatura superficiale del termoelemento: °C 215 ± 10
- ◇ tempo di riscaldamento maggiore in sec (in relazione allo spessore): 35 ± 60
- ◇ pressione durante il riscaldamento: bar 0,75
- ◇ pressione di saldatura: bar 1,50

Le testate delle tubazioni dovranno essere preparate per la saldatura di testa con le modalità seguenti.

- ◇ Controllo della ortogonalità dello smusso di testata rispetto all'asse del tubo.
- ◇ Se tale ortogonalità non esistesse o se occorresse tagliare uno spezzone di tubo, occorrerà adoperare seghe, che possono essere manuali per i piccoli diametri e a nastro o circolari per i diametri e gli spessori più alti.
- ◇ Lo smusso andrà rifinito con carteggiatura, prima grossolana e poi relativamente fine in modo da ottenere una superficie pulita.
- ◇ Usando dischi abrasivi azionati elettricamente o pneumaticamente, occorrerà esercitare poca pressione in modo da evitare il riscaldamento del pezzo.

I due pezzi da saldare verranno quindi allineati e bloccati con due ganasce collegate ad un sistema che ne permetta l'avvicinamento. Tale sistema dovrà poter dare una pressione controllata sulla superficie di contatto.

Il termoelemento verrà inserito tra le testate che verranno spinte contro la sua superficie.

Il materiale passerà allora allo stato plastico formando un leggero rigonfiamento. Successivamente verrà estratto il termoelemento ed i due lembi saranno spinti uno contro l'altro finché il materiale non sarà ritornato allo stato solido.

B.3 Saldature a gas caldo

La saldatura a gas caldo avviene con l'apporto di materiale uguale al materiale da saldare.

Il materiale base e quello di apporto saranno portati allo stato pastoso mediante soffiatura sulla bacchetta e sulla zona da saldare di gas compresso (generalmente aria disoleata e deumidificata) riscaldato.

Le bacchette di apporto saranno fornite in tondino da 2 a 5 mm in forma ovale o triangolare.

Occorrerà effettuare un accurato controllo della temperatura della corrente per un buon risultato della saldatura.

Prima della saldatura le superfici da saldare ed il cordone di apporto dovranno essere accuratamente ripuliti.

Per il PP si prescrivono le seguenti temperature e velocità di saldatura:

- ◇ ugello rotondo : °C 240 ± 10; cm/min 12 ÷ 20
- ◇ ugello rapido : °C 250 ± 20; cm/min 40 ÷ 60.

B.3a Saldatura con ugello rotondo

Il filo del materiale di apporto verrà tagliato di sbieco ad una estremità e riscaldato (insieme ai pezzi da saldare) nella corrente di gas caldo. Appena tale estremità sarà sufficientemente pastosa, la si appoggerà nella zona di saldatura con una leggera pressione; si continuerà poi il riscaldamento con un movimento pendolare, appoggiando la bacchetta di apporto che verrà mantenuta leggermente curva con un angolo di incidenza inferiore ai 45°.

Il cordone ben saldato avrà generalmente larghezza da 5 a 8 mm ed un aspetto semilucido. Cordoni eccessivamente riscaldati avranno un aspetto untuoso.

B.3b Saldatura con ugello da saldatura rapida

La saldatura con tale ugello differisce per il solo fatto che il cordone di materiale d'apporto viene guidato dallo stesso ugello, anziché a mano, permettendo velocità di saldatura più elevata.

Potranno essere usate anche bacchette a sezione triangolare (saldatura in passata unica) ma in questo caso il personale dovrà essere particolarmente qualificato.

B.3c *Saldatura a manicotto termico (solo per il polietilene)*

La saldatura a manicotto termico si eseguirà riscaldando elettricamente il manicotto, che ha incorporata una resistenza elettrica che produce il calore necessario a portare alla fusione il polietilene.

E' prescritta tale saldatura quando si devono saldare due estremità di tubo che non possono essere rimosse dalla loro posizione (per le riparazioni) e per la posa di condotte, quando non si abbia sufficiente preparazione tecnica per gli altri sistemi.

B.3d *Saldatura per polifusione nel bicchiere (solo per il polietilene)*

Questo tipo di saldatura si effettua generalmente per la giunzione di pezzi speciali già predisposti per tale sistema.

Le superfici maschio e femmina da saldare, dopo accurata pulizia, verranno contemporaneamente portate a fusione mediante apposito attrezzo riscaldato. Le due estremità verranno quindi inserite l'una nell'altra mediante pressione manuale esercitando contemporaneamente una leggera rotazione. La pressione dovrà essere mantenuta fino al consolidamento del materiale.

La temperatura di fusione non dovrà superare i 210 ± 10 °C.

23.6.C – *Modalità di esecuzione e di posa in opera*

C.1 Unione delle tubazioni

Le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno essere preparati su traversine o sacchetti lungo il previsto tracciato dello scavo. L'altezza da terra dovrà essere di $30 \div 50$ cm in modo da permettere l'inserimento delle ganasce saldatrici o spingitubo.

Una gru od un escavatore attrezzato per il sollevamento dovranno essere a disposizione per il sollevamento delle testate, l'allineamento dei tubi e lo spostamento delle macchine.

La unione verrà generalmente eseguita fuori terra in sezioni di lunghezza massima di $250 \div 300$ m con le procedure di cui prima.

Le saldature di unione delle varie tratte, i collegamenti alle camerette, ecc., potranno essere eseguiti nello scavo.

Occorrerà porre particolare attenzione nel non sollevare eccessivamente le saldature appena eseguite.

C.2 Condotte in pressione

Non vi sono particolari problemi di finitura del fondo scavo, nè di compattazione della sabbia.

C.3 Condotte a gravità

Occorre mantenere molto bene la livelletta del fondo scavo ed essere sicuri che il tubo verrà posato alla quota esatta. Per ottenere un buon risultato, prima del riempimento del fondo con sabbia, occorre prevedere un supporto perfettamente in quota almeno ogni 10 metri.

Tali supporti dovranno essere realizzati :

C.3a *con sacchetti di iuta riempiti di sabbia e cemento*

Verrà formato uno o più strati di sacchetti (per una larghezza di $20 \div 30$ cm) che sarà compattato a mano e portato alla quota di posa. Successivamente i sacchetti saranno bagnati in modo da ottenere buon assetamento.

C.3b *con selle in cemento prefabbricato*

Le selle saranno posate su uno strato di magrone in modo da realizzare la quota esatta e la superficie di contatto col tubo dovrà essere protetta con fogli di plastica. La sabbia verrà quindi gettata tra i supporti e ben compattata (p.e. col dorso del cucchiaio di un escavatore, o a mano).

Il controllo della quota verrà eseguito tirando una funicella tra un supporto e l'altro.

La tolleranza sulle quote sarà data nei disegni di progetto.

23.6.D- *Posa – Riempimento dello scavo*

D.1 Posa

La posa delle condotte, saldate e preparate sul fianco dello scavo e collaudate, avverrà appena lo scavo sarà

completato e rifinito.

Si potrà agire con due sistemi:

D.1a *abbassamento con capre*

Una estremità della tubazione verrà sollevata da una gru e spostata sull'asse dello scavo. In tale posizione sarà montata una capra a cui la tubazione verrà sospesa.

La gru solleverà quindi il tubo a circa 10 ÷ 15 m di distanza, spostandolo sul centro scavo dove sarà fissato ad una seconda capra. Il procedimento sarà ripetuto per una terza volta.

Successivamente con la prima capra si abbasserà il tubo sul fondo, mentre verrà mantenuto a mezza altezza con la seconda.

Si inserirà una quarta capra, si abbasserà il tubo sul fondo con la seconda e a mezza altezza con la terza.

Il procedimento sarà proseguito quindi allo stesso modo.

D.1b *abbassamento con mezzi d'opera*

Il tubo sarà agganciato da tre gru ad intervalli di 15 ÷ 20 m e sollevato a circa 1,20 ÷ 1,30 da terra.

Le gru sposteranno quindi il tubo verso lo scavo e lo posizioneranno sull'asse dello stesso. La prima lo depositerà quindi sul fondo, mentre la seconda lo manterrà a mezza altezza e la terza nella posizione originale.

La prima gru si sposterà quindi a monte della terza ed il procedimento verrà quindi ripetuto.

Se il tubo è di piccolo diametro e lo scavo poco profondo, si potrà eseguire la posa anche a mano.

D.2 Periodo di posa

Dato il sensibile allungamento del PP con i salti termici, si dovrà eseguire la posa nelle ore serali, od al mattino, o comunque con temperature prossime a quelle riscontrabili nell'esercizio delle condotte (10 ÷ 20 ° C).

Occorre tener presente questo fatto anche per il posizionamento di collegamenti flangiati e nel caso esistano punti fissi.

D.3 Posa di condotte a gravità

Mentre per le condotte in pressione non esistono problemi di regolarità di posa, per quelle a gravità occorre conservare una livelletta costante. Sono previsti supporti o in sacchetti o in cemento.

Una volta posato il tubo, con una livelletta a bolla opportunamente calibrata verrà controllata l'inclinazione e visivamente la linearità della condotta.

Nel caso di inclinazione sbagliata, essa verrà corretta o inserendo sacchetti sotto il tubo, o abbassando il piano di posa. Questa operazione dovrà essere eseguita **immediatamente prima del riempimento**.

D.4 Compattamento

Il compattamento, fino a circa 2/3 del tubo, dovrà essere particolarmente curato, eseguito a mano, cercando di evitare lo spostamento del tubo.

Il primo strato sopra il tubo (15 ÷ 20 cm) sarà pure eseguito a mano. Gli strati superiori potranno essere compattati con macchine leggere.

La sabbia compatta dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità.

D.5 Inizio del riempimento

Il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito, su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Il riempimento non dovrà essere fatto nelle ore più calde della giornata e dovrà essere eseguito con il tubo possibilmente in fase di raffreddamento.

Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte adiacenti e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il primo ricoprimento (fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Si dovrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante (variazione massima 6 ÷ 7 °C nella giornata) con sole coperto.

Nelle giornate molto calde si dovranno tenere coperte le tubazioni con stracci umidi man mano che si avvanzerà con il lavoro.

Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo il ricoprimento e portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

23.6.E – *Collaudo idraulico di tenuta delle condotte a pressione*

Le condotte in pressione dovranno essere collaudate in due fasi : una prima volta, prima della posa, per un controllo di tenuta; successivamente in pressione sull'intero sistema.

E.1 Collaudo idraulico di tenuta

Le sezioni estreme di un tratto di condotta, della lunghezza di 250 ÷ 300 metri, verranno tappate con idonei sistemi. Se le estremità sono flangiate, verranno fissate sulle flange delle controflange cieche, su cui sarà fissato un bocchello munito di valvola per il riempimento della sezione di condotta. Altrimenti si salderà sulle estremità delle sezioni una piastra in polietilene, anch'essa dotata di bocchello.

Tutte le eventuali derivazioni verranno pure chiuse.

La sezione verrà riempita con acqua e portata in pressione (0,5 ÷ 1 kg/cm²) con una pompa a mano.

La pressione verrà mantenuta per 3 + 4 ore e nel frattempo verranno controllate tutte le saldature per scoprire eventuali perdite.

Nel caso di perdite, dopo le riparazioni il collaudo verrà ripetuto.

E.2 Collaudo idraulico finale

Una volta posata la condotta ed effettuati tutti i collegamenti (per tratti di almeno 4 + 5 km) la condotta stessa verrà chiusa alle estremità rimaste libere e verrà portata in pressione.

Le pressioni saranno pari al 95% delle pressioni limite della serie UNI o DIN utilizzate.

Essa verrà mantenuta per almeno 4 ore, in condizioni quasi stabili di temperatura ambiente (p.e. riempimento nelle ore serali e collaudo nelle prime ore della mattina).

La pressione dovrà essere continuamente controllata con un manometro di precisione e dovrà conservarsi stabile per tutto il periodo di collaudo.

Nel caso di cadute di pressione, osservate nel periodo di collaudo, la pressione originale verrà ristabilita ed il collaudo ripetuto; si cercherà quindi di individuare le perdite.

Dopo la loro eliminazione si procederà ad un ulteriore collaudo.

23.7 - Tubi in acciaio

I tubi dovranno essere in acciaio non legato, conformi alle norme UNI 6363-68 "Tubi per condotte di acqua e di gas e per scarichi" e, a seconda del processo di fabbricazione, potranno essere del tipo:

- ◇ senza saldatura
- ◇ saldati con saldatura longitudinale od elicoidale.

Dovranno risultare privi di difetti superficiali che possano pregiudicare l'impiego. Saranno ammessi, tuttavia, piccoli leggeri aumenti o diminuzioni di spessore, piccole striature longitudinali dovute al processo di fabbricazione, purchè lo spessore rimanga compreso in ogni punto entro le tolleranze prescritte.

E' ammessa la eliminazione di difetti, purchè lo spessore non risulti inferiore al minimo prescritto.

I tubi dovranno risultare ragionevolmente diritti a vista e dovranno presentare sezione circolare entro le tolleranze prescritte.

Le estremità di ciascun tubo dovranno essere tagliate perpendicolarmente all'asse del tubo e non dovranno presentare bavature.

I tubi dovranno avere le seguenti estremità :

- ◇ per guarnizioni testa a testa :
 - lisce, per spessore fino a 3,2 mm;
 - smussate, per spessori maggiori di 3,2 mm;

◇ per giunzioni a bicchiere :

- giunto cilindrico per tubi DN 125;
- giunto sferico per tubi DN 150.

I tubi dovranno essere di acciaio non legato saldabile e presentare le caratteristiche indicate nel prospetto seguente, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008.

TIPO DI ACCIAIO	Carico unitario di rottura R [N / mm²]	Carico unitario di snervamento R_{s(min)} [N / mm²]	Allungamento A_(min) [%]
Fe 360	≥ 360	≥ 235	≥ 26
Fe 430	≥ 430x	≥ 275	≥ 23
Fe 510	≥ 510	≥ 355	≥ 21

Le tolleranze ammesse rispetto ai valori teorici, saranno :

- sul diametro esterno del tubo: ± 1,5 % con un minimo di ± 1 mm;
- sullo spessore del tubo :
 - + non specificato (determinato dalla tolleranza sulla massa)
 - 12,5 % (-15%) [il valore indicato a parentesi sarà ammesso soltanto in singole zone, per lunghezze non maggiori del doppio del diametro esterno del tubo e comunque non maggiori di 300 mm]
- sulla massa :
 - * sul singolo tubo : ± 10 % (rispetto alla massa teorica del singolo tubo);
 - * su partite di almeno 10 t : ± 7,5 %.

I pezzi speciali dovranno, di norma, essere ricavati da tubi aventi le stesse caratteristiche di quelli diritti e, quando possibile, sottoposti in officina ad una pressione di prova doppia di quella massima di esercizio, ma comunque non superiore a quella a cui viene assoggettato il corrispondente tubo diritto.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere identiche a quelle dei tubi dritti della condotta e, dove necessario, di altro tipo da precisare.

Nel caso di giunzione a flangia, salvo diversa prescrizione, queste ultime dovranno essere del tipo " Flange libere con anello di appoggio da saldare a sovrapposizione", forate secondo la UNI 2223-67 e per rispettive PN. Il lavoro di posa della condotta in trincea dovrà essere effettuato con idonei mezzi e con la massima precauzione onde evitare guasti al rivestimento.

Ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca in uniforme pendenza i diversi punti all'uopo fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito dalla planimetria e nei profili.

Per la rettifica dell'asse delle tubazioni è proibito l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi e dovranno impiegarsi adeguate rincalzature di terra sciolta od altre materie minute incoerenti.

Non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui non siano previsti sfiati o scarichi. Nel caso che questo si verificasse, l'Impresa dovrà a sue spese rinnovare la condotta già posata e ricostruirla in modo regolare.

Ove occorra, a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, consolidare il piano di posa dei tubi, sia che essi poggino direttamente nel fondo degli scavi, sia che vengano sostenuti da cuscinetti, tale consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo da costruirsi secondo le indicazioni che verranno impartite dalla Direzione stessa all'atto dell'esecuzione.

In punti particolari, dove la Direzione dei lavori ne ravvisi l'opportunità, dovranno essere costituiti blocchi di ancoraggio in calcestruzzo armato; il dimensionamento e le modalità di realizzazione degli stessi dovranno essere fissati dalla Direzione lavori.

Durante le interruzioni del lavoro, la testata delle tubazioni dovrà essere chiusa con idonee protezioni metalliche.

In particolare poi dovranno osservarsi le seguenti norme:

- * i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetto squadra rispetto all'asse della condotta, con l'attacco orizzontale o verticale, come prescriverà la Direzione dei lavori;
- * saracinesche di arresto e di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte, fra due rami di pendenza contrari, ovvero all'estremità di una condotta isolata quando questa è in continua discesa. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camere in muratura; gli sfiati automatici da collocarsi nei punti culminanti delle condotte, in quei tratti su cui ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, ovvero alla fine dei tronchi orizzontali ed alla sommità dei sifoni, anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante manicotti con diramazioni verticali; lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo;
- * le scatole di prova da inserirsi nella tubazione, nei punti che all'atto dell'esecuzione saranno indicati dalla Direzione dei lavori, potranno essere con diramazione tangenziale per scarico, oppure senza, secondo le indicazioni che, a richiesta, saranno date dalla Direzione dei lavori, la quale significherà anche il numero ed il diametro delle scatole da impiegare in opera.

La prova idraulica dovrà essere effettuata per tratti di lunghezza media di 500 m; lunghezze diverse potranno essere concordate fra la Direzione dei lavori e l'Impresa in relazione al tipo di impianto in esecuzione.

Ciascun tratto da provare dovrà essere unito ai due adiacenti mediante gruppi di prova corredati da fondello di chiusura e by-pass ad elemento di sostituzione; in alternativa, su parere favorevole della Direzione dei lavori, potranno essere impiegati piatti di chiusura, oppure flange cieche nei casi in cui il tratto in prova terminerà con una flangia.

L'Impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario all'esecuzione delle prove, cioè l'acqua di riempimento delle tubazioni, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori.

La prova verrà effettuata riempiendo gradualmente di acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pompa idraulica applicata all'estremo più depresso della tratta stessa in ragione di non più di 1 atmosfera al minuto primo.

Dopo il riempimento dovranno essere lasciati aperti, per un certo periodo, gli sfiati per favorire l'uscita di ogni residuo di aria.

23.8 – Tubi in ghisa sferoidale

23.8.A – Qualità e provenienza del materiale

A.1 Tubi in ghisa a grafite sferoidale

I tubi dovranno essere in ghisa a grafite sferoidale, centrifugati e ricotti, con caratteristiche meccaniche conformi

alle norme UNI ISO 2531 del luglio 1981 ed EN 598.

In particolare, la ghisa sferoidale utilizzata dovrà avere le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica :

- ◇ carico unitario di rottura a trazione :42 daN/mm² [1 daN / mm² = 1,02 kg/mm²]
- ◇ allungamento minimo a rottura : 10 %
- ◇ durezza BRINELL ≤ 230 HB

Il processo produttivo dovrà comprendere :

- * la zincatura dell'esterno con uno strato di zinco purissimo (limitatamente alla gamma dei diametri 80 ÷ 300 mm) ;
 - * la verniciatura esterna con vernice bituminosa, composta da bitumi ossidati sciolti in adatti solventi ed applicata a spruzzo ;
 - * la formazione del rivestimento interno con malta di cemento alluminoso, secondo le norme UNI-ISO 4179;
- lo spessore del cemento alluminoso dovrà essere pari a mm 4,5 per i DN da 150 a 300 mm, pari a mm 7,5 per i DN da 400 a 1200 mm e pari a mm 9,0 per i DN da 1400 a 1800 mm;
- * le prove di collaudo intese alla verifica delle caratteristiche meccaniche, nonché al controllo della rettilineità, delle dimensioni delle estremità, della massa e dell'aspetto superficiale.

A.2 Raccordi

I raccordi saranno realizzati, mediante colata, con ghisa a grafite sferoidale avente le seguenti caratteristiche di resistenza meccanica :

- ◇ carico unitario di rottura a trazione :40 daN/mm² [1 daN / mm² = 1,02 kg/mm²]
- ◇ allungamento minimo a rottura : 5 %
- ◇ durezza BRINELL ≤ 250 HB

Saranno sabbiati, con estremità a bicchiere per giunto elastico e con caratteristiche conformi alle norme UNI ISO 2531 del luglio 1981 ed EN 598.

I rivestimenti, interno ed esterno, saranno effettuati, mediante immersione, con le stesse vernici applicate all'esterno dei tubi.

A.3 Caratteristiche dimensionali

Lo spessore normale "s" dei tubi e dei raccordi deve essere calcolato in base al loro diametro nominale DN (in mm) mediante l'espressione seguente :

$$s = k \cdot (0,5 + 0,001 \cdot DN)$$

dove k = 9 per i tubi e
k = 12 per i raccordi.

Per i raccordi è consentito dimensionare lo spessore di parete alle forze applicate in ogni punto; pertanto, nelle curve, tale spessore può essere maggiore nelle zone interne rispetto a quelle esterne, con conseguente variazione del diametro del raccordo.

Le lunghezze utili dei tubi di produzione normale saranno le seguenti :

- ◇ per diametri nominali fino a 600 mm : 6 metri
- ◇ per diametri nominali oltre i 600 mm : 7 e/o 8 metri

Le tolleranze ammesse rispetto ai valori teorici di spessore, lunghezza, rettilineità, massa dei tubi e dei raccordi, sono quelle previste dalle citate norme UNI ISO 2531.

A.4 Contrassegni

Tutti i tubi ed i raccordi dovranno portare i seguenti contrassegni ottenuti da fusione o, dove il processo di fabbricazione non lo consenta, riportati a vernice o stampato a freddo:

- * marchio della Ditta produttrice;
- * diametro nominale DN;
- * simbolo distintivo del materiale "ghisa sferoidale".

I tubi di DN superiore a 300 mm devono inoltre portare il millesimo di fabbricazione.

A.5 Giunzione tra tubi

La giunzione dei tubi deve essere ottenuta per compressione di una guarnizione in gomma inserita nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere.

Tale giunzione, detta anche "a giunto elastico", può essere del tipo automatico (giunto RAPIDO) o del tipo meccanico (giunto EXPRESS) e deve comunque consentire deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza che venga meno la perfetta tenuta idraulica.

A.6 Giunzione fra tubo e pezzo speciale

Nei punti di inserimento dei raccordi, la giunzione deve essere realizzata mediante giunto elastico a bulloni con guarnizioni in gomma.

A.7 Guarnizioni in gomma

Le guarnizioni in gomma da impiegarsi nei vari tipi di giunti dovranno essere ad anello e con sezione trasversale di forma e dimensioni perfettamente idonee al giunto.

La composizione delle gomme sarà tale da garantire l'idoneità all'uso (condotte per acqua) e tale da conferire caratteristiche di elasticità, resistenza e tenuta anche a lunga scadenza (vita delle condotte).

Ogni guarnizione deve riportare:

- * marchio di fabbrica;
- * diametro nominale;
- * tipo di giunto ("Express" o "Rapido");
- * tipo di impiego ("acque");
- * settimana ed anno di fabbricazione.

Non sono comunque ammesse saldature, fatta eccezione per anelli di grande diametro ed a condizione che rimangano inalterate le caratteristiche di qualità e di tenuta del giunto.

A.8 Provenienza dei materiali

L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà dichiarare, preventivamente all'acquisto, la provenienza dei materiali (tubi, pezzi speciali e guarnizioni), indicandone lo stabilimento di produzione; detta provenienza dovrà essere approvata dalla Direzione dei lavori.

Sarà altresì facoltà della far eseguire prove di collaudo dei materiali in laboratori specializzati, a carico dell'Impresa.

23.7.B – *Modalità di posa dei tubi e dei raccordi*

B.1 Norme generali

La posa in opera e la giunzione dei tubi devono essere effettuate da personale specializzato. La Direzione lavori

potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale

lavoro non dia le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi ed i giunti deve essere riconosciuta ed approvata dal Direttore dei lavori.

Resta vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia riconosciuto necessario alla Direzione dei lavori. Qualora venisse riscontrato l'uso, non necessario, di spezzoni di tubo, l'Impresa appaltatrice dovrà, a sue spese, rifare il lavoro correttamente ed a suo carico saranno altresì tutte le maggiori spese da ciò derivanti per l'Amministrazione appaltante.

B.2 Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta, di norma, secondo le disposizioni che, tratto per tratto, impartirà la Direzione lavori.

Il fondo dello scavo, sia esso in terra che in roccia, non dovrà presentare rilievi o infossature superiori a 3 centimetri.

E' vietato l'uso di pezzi di pietra, calcestruzzo o laterizio sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso lavori di posa devono essere chiuse con tappi di legno ed in nessun altro modo.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa l'Impresa appaltatrice adotterà tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle condotte.

B.3 Modalità di posa

I tubi verranno calati nello scavo con mezzi adeguati, su fondo perfettamente livellato o su letto di posa già predisposto.

Prima di essere calati negli scavi tutti i tubi dovranno essere puliti nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate.

B.3a *Posa in opera di tubi a bicchiere con giunto elastico automatico tipo "Rapido"*

Si dovrà procedere alla lubrificazione della guarnizione e della sua sede nel bicchiere applicando un sottile velo di pasta lubrificante. Verrà quindi introdotta la guarnizione nell'apposito alloggiamento. Analoga operazione di lubrificazione verrà effettuata sulla estremità liscia del tubo, limitatamente al tratto da imboccare.

Per determinare la misura della penetrazione è opportuno tracciare sull'estradosso del tubo una linea di fede la cui distanza dalla estremità liscia deve essere di 5 ± 10 mm inferiore alla profondità del bicchiere. Ciò allo scopo di assicurare discontinuità elettrica e meccanica della condotta.

Dopo aver imboccato l'estremità liscia del tubo, occorre controllarne il centramento mediante un righello metallico calibrato da introdurre nello spazio anulare tra l'interno del bicchiere e l'esterno della canna, fino a toccare la guarnizione.

Con una catena, agganciata sul bordo del bicchiere e con l'impiego di un apparecchio tipo "Tirfor", introduce il tubo fino a far coincidere la linea di fede tracciata con il piano frontale del bicchiere.

B.3b *Posa in opera dei raccordi con giunto elastico meccanico tipo "Express"*

Si inserisce l'estremità liscia del tubo nella controflangia, con l'avvertenza che la parte concava della stessa deve essere rivolta verso il bicchiere da imboccare. Va poi introdotta la guarnizione che presenterà lo smusso dalla parte opposta alla controflangia.

Si provvederà poi ad imboccare l'estremità liscia del tubo, dopo aver verificato la coassialità. Quindi si controllerà il grado di compenetrazione e si introdurrà la guarnizione nella sua sede facendola scorrere sulla canna. Si provvederà poi a far scorrere la controflangia fino a farla aderire alla guarnizione su tutta la circonferenza.

Si sistemano i bulloni e si avvitano i dadi sino a portarli a contatto con la controflangia. Si procede al serraggio utilizzando una chiave dinamometrica.

Potrà eventualmente, a discrezione della Direzione lavori, essere effettuato il controllo delle coppie di serraggio, i cui valori indicativi dovranno essere :

- ◇ per bulloni con $\phi = 22$ mm : circa 12 kgm;
- ◇ per bulloni con $\phi = 27$ mm : circa 30 kgm.

23.8.C – Prove delle condotte

L'Impresa appaltatrice dei lavori è strettamente obbligata ad eseguire al più presto possibile le prove dei tronchi di condotta posata e pertanto dovrà far seguire immediatamente alla esecuzione delle giunzioni la costruzione degli ancoraggi previsti.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione appaltante. Dovrà quindi provvedere al riempimento delle tubazioni, ai piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di regolare certificato di taratura.

Le prove saranno effettuate per tratte di lunghezza media di metri 500, restando però in facoltà della Direzione dei lavori, a suo insindacabile giudizio, di aumentare o diminuire tali lunghezze.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a scavo chiuso per metà altezza. La prima prova avrà durata di 8 ore, la seconda di 4, salvo diverso ordine impartito dalla Direzione lavori.

Le tubazioni saranno sottoposte, nei singoli tratti ed in entrambe le prove, ad una pressione superiore di 5 bar alla pressione statica massima prevista per la tratta di tubazione cui appartiene il tronco in prova.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua il tronco in prova e raggiungendo gradualmente, in ragione di non più di 1 bar al minuto, la pressione stabilita, mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso del tronco stesso.

Durante il periodo in cui la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione lavori, in contraddittorio con quello dell'Impresa appaltatrice, eseguirà accuratissima visita di tutti i giunti. Pertanto, all'inizio della prova, i singoli giunti devono risultare puliti ed asciutti.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dei giunti e del grafico del manometro registratore. Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata, alle medesime condizioni. Le operazioni per fare ciò sono a totale carico dell'Impresa.

Eseguita la prima prova con esito favorevole, si procederà al rinterro della condotta utilizzando il materiale di scavo, purché a pezzatura non superiore a 3 cm, fino a costituire un ricoprimento di cm 80 sulla generatrice superiore del tubo. In queste condizioni si procede nuovamente alla prova di tenuta idraulica.

Qualora, eseguita questa seconda prova, non si ottenessero risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, lo scavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati o rifatti, il rinterro rinnovato, la prova di nuovo eseguita con le stesse modalità e tempi di prima.

La sostituzione di tratti (fornitura del materiale e mano d'opera) che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Impresa.

23.9 – Tubi in resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (P.R.F.V)

Il presente disciplinare fornisce specifiche tecniche di fabbricazione, dimensionali, collaudo e di posa in opera per condotte d'acqua, realizzate con tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro PRFV, prodotti per **CENTRIFUGAZIONE**, in stabilimenti ubicati all'interno dell'UE, in conformità alla norma UNI EN 1796 (Sistemi di tubazioni in PRFV per trasporto di acqua, con o senza pressione).

23.9.A CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI

La parete delle tubazioni sarà formata da più strati che dovranno costituire un unico elemento strutturale. In particolare, il tubo sarà costituito da:

23.9.A.1 STRATO PROTETTIVO INTERNO (LINER)

La composizione del liner sarà a discrezione del produttore della tubazione. Tuttavia, il liner dovrà avere le seguenti caratteristiche imprescindibili:

- Presentare una colorazione tale da rendere agevole il controllo della condotta per mezzo di videoispezione.
- Non presentare fibre e/o inerti affioranti in superficie.

Inoltre, il liner dovrà essere privo di difetti come screpolature ed incrinature e non dovrà presentare cavità o bolle d'aria.

Anche lo spessore sarà a discrezione del produttore della tubazione; dovrà però essere garantito un valore massimo di abrasione $\leq 0,2$ mm, risultante dal relativo test di Darmstadt effettuato a 100.000 cicli secondo le norme DIN 19565 ed EN 295-3, senza che si verifichi affioramento di fibre sulla superficie del liner.

A 500.000 cicli è ammesso un valore di abrasione superiore, ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

Al fine di garantire la prestazione idraulica di progetto il valore di scabrezza idraulica di Colebrook ammesso è $\varepsilon \leq 0,017$ mm. Tale valore dovrà risultare da test effettuati da enti riconosciuti dalla Stazione Appaltante su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

23.9.A.2 STRATO CENTRALE

Questo strato potrà essere costituito, oltre che da fibre di vetro e resina, anche da elementi inerti e cariche minerali (sabbia, carbonati etc.).

23.9.A.3 STRATO PROTETTIVO ESTERNO

Questo strato dello spessore minimo di 1 mm, deve essere costituito da resina ed inerti, ed essere pertanto privo di fibre.

Lo strato protettivo esterno deve essere resistente ai raggi UV.

23.9.B CARATTERISTICHE TECNICHE

Le tubazioni saranno verificate, salvo dove diversamente indicato, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1796 citata in premessa e dalle norme in essa richiamate. La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fare ripetere le prove o fare eseguire prove aggiuntive, a spese dell'Appaltatore, presso laboratori di sua fiducia.

23.9.B.1 DIMENSIONI

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno le seguenti caratteristiche dimensionali (al lordo delle tolleranze):

- Diametro Nominale DN
- Diametro interno Di non inferiore a mm
- Lunghezza non superiore a m 6

Il suddetto diametro interno è quello minimo che consente di soddisfare i valori minimi di portata della condotta calcolata alla velocità di progetto, ed è pertanto imprescindibile.

Il diametro esterno della totalità dei tubi oggetto della fornitura deve essere costante e calibrato per tutta la lunghezza del tubo, per rendere possibili a posteriori eventuali interventi di manutenzione, consentendo il montaggio dei manicotti su qualsiasi tubo ed in qualsiasi punto della condotta.

23.9.B.2 RESISTENZA ALLA PRESSIONE

I tubi previsti per i lavori a cui si riferisce il presente disciplinare avranno un valore di resistenza alla pressione pari a PN bar.

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza a pressione lungo termine, atti a determinare il fattore di sicurezza a pressione per i tubi nuovi sufficiente per garantire, dopo 50 anni, un fattore di sicurezza ≥ 2 (due).

23.9.B.3 RESISTENZA ALLA PRESSIONE CICLICA

A garanzia della resistenza negli anni alle sovrappressioni, dovrà essere fornito un certificato di test di resistenza ai cicli interni di pressione, effettuato secondo le norme ISO 15306 ed EN 1638, per non meno di 1.000.000 (unmilione) di cicli.

23.9.B.4 RESISTENZA MECCANICA TRASVERSALE - RIGIDITA'

I tubi previsti per i lavori di cui al presente disciplinare avranno rigidità $RG \geq \dots\dots\dots$ N/m².

23.9.C GIUNTI

I tubi oggetto del presente disciplinare saranno collegati con giunti di tipo a manicotto.

Al fine della sicurezza dell'esecuzione dei lavori di posa, i manicotti dovranno essere provvisti di guarnizioni inamovibili.

23.9.C.1 GIUNTO A MANICOTTO

La giunzione si ottiene mediante un manicotto in P.R.F.V. nel quale la tenuta è assicurata da una guarnizione continua in gomma elastomerica (EPDM) di larghezza corrispondente a quella del manicotto stesso, con profilo a labbro, solidamente fissata al manicotto.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta anche con disallineamento ed angolazione tra gli assi di tubi adiacenti. L'angolazione massima ammessa sarà a discrezione del produttore, ma in nessun caso potrà essere inferiore a quella prescritta dalle norme EN1796 ed a quella prevista a progetto, in funzione degli eventuali raggi di curvatura del tracciato.

Tale caratteristica andrà certificata dai relativi test, effettuati secondo le norme EN 1796 e EN 1119, come specificato al successivo punto 5.4.

Il giunto deve inoltre consentire un movimento relativo longitudinale da entrambi i lati pari ad almeno lo 0.3% della lunghezza totale del tubo.

23.9.D MARCATURA

La marcatura dei tubi deve permettere la completa tracciabilità, e comprendere:

- Diametro nominale: DN;
- Pressione nominale: PN;
- Rigidità trasversale: RG;
- Anno, mese e lotto di fabbricazione;
- Numero di serie progressivo;
- Marchio di fabbrica.

23.9.E PROVE DI CONTROLLO E ACCETTAZIONE

Le prove saranno effettuate, salvo dove diversamente indicato, secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1796 citata in premessa e dalle norme in essa richiamate. Il Committente si riserva la facoltà di fare ripetere le prove o fare eseguire prove aggiuntive, a spese dell'Appaltatore, presso laboratori di sua fiducia.

23.9.E.1 ESAME VISIVO

Mirerà ad accertare che:

- il "liner" interno abbia superficie liscia ed uniforme, sia esente da fibre di vetro, cricche, inclusioni di corpi estranei, bolle d'aria e crateri, e vi sia rispondenza con quanto previsto al punto 1.1.
- lo strato protettivo esterno presenti una superficie regolare e liscia, senza fibre in superficie.

23.9.E.2 LINER

A richiesta del Committente, in riferimento ad uno o più tubi da questa selezionati, dovrà essere fornita adeguata documentazione redatta dal Produttore dei tubi che provi la conformità dello spessore e composizione del liner rispetto ai valori dichiarati.

Dovranno in particolare essere forniti i risultati di test comprovanti il valore ϵ di scabrezza idraulica di Colebrook come da punto 1.1, effettuati da enti riconosciuti dal Committente, su di una tratta di condotta realizzata con tubazioni aventi le medesime caratteristiche di quelle in progetto e contenere non meno di 2 giunti.

23.9.E.2.1 LINER – RESISTENZA ALL'ABRASIONE

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza all'abrasione, effettuati secondo le norme DIN 19565 ed EN 295-3, comprovanti un valore massimo di abrasione a 100.000 cicli $\leq 0,2$ mm senza che si verifichi affioramento di fibre sulla superficie del liner e, a 500.000 cicli, qualsiasi valore di abrasione ma imprescindibilmente senza affioramento di fibre.

23.9.E.3 PROVA DI RESISTENZA A PRESSIONE

Verrà eseguita secondo le norme EN 1796 e EN 1394; la resistenza a pressione rilevata dal test su tubo nuovo dovrà essere tale da garantire, in base alle curve di regressione specifiche di cui al precedente punto 2.2, un fattore di sicurezza a 50 anni ≥ 2 .

23.9.E.4 PROVA DI RESISTENZA ALLA PRESSIONE CICLICA

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test di resistenza ai cicli interni di pressione, effettuati secondo le norme ISO 15306, EN 1638, ASTM D2992 per almeno 1 milione di cicli, su tubi del medesimo tipo e con medesime classi di pressione utilizzate nella fornitura, comprovanti l'assenza di perdite.

23.9.E.5 PROVA DI SCHIACCIAMENTO AI PIATTI PARALLELI

Verrà eseguita secondo norme EN 1796 e EN 1228.

23.9.E.6 PROVA DI TENUTA DEI GIUNTI

L'Appaltatore dovrà fornire, certificati da Ente accreditato, i risultati di test effettuati secondo la norma EN 1119, su giunti del medesimo tipo utilizzato nella fornitura, e per medesime classi di pressione o superiori, comprovanti la conformità con quanto previsto al punto 3.

23.9.F MODALITÀ DI POSA IN OPERA PER CONDOTTE INTERRATE

Dovranno essere fornite adeguate istruzioni di installazione, redatte dal produttore delle tubazioni, che saranno ad integrazione delle indicazioni della presente specifica.

23.9.F.1 COSTRUZIONE DELLA TRINCEA

23.9.F.1.1 FONDO DELLA TRINCEA

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo sarà continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione.

23.9.F.1.2 NICCHIE SOTTOSTANTI I GIUNTI

Dovranno essere eseguite al di sotto dei manicotti nicchie per permettere l'appropriato assemblaggio dei giunti e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi.

Una volta eseguita la connessione le nicchie saranno accuratamente riempite in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.

23.9.F.2 PROCEDURA DI MESSA IN OPERA

Ultimato lo scavo si procederà alla formazione del letto di posa.

Tale letto di posa dovrà essere formato con sabbia, o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 32 mm, od inferiore nel caso di tubi di piccolo diametro.

Una volta installato nella trincea il tubo potrà essere angolato nella giunzione fino alla massima angolazione consentita riportata nella tabella di cui al punto 3.1.

Dove sono prevedibili assestamenti differenziali e dove la tubazione entra in una struttura o in blocchi di ancoraggio, dovranno essere previsti tutti gli accorgimenti volti ad evitare il danneggiamento della tubazione a causa della sollecitazione a taglio generata dal cedimento stesso.

23.9.F.3 PROCEDURA DI RINTERRO

Il rinterro deve essere eseguito fino a 0.30 m sopra il tubo utilizzando, se idoneo, il terreno originario stesso opportunamente vagliato o preferibilmente sabbia o ghiaia con assenza di componenti di granulometria maggiore di 50 mm, o di 32 mm nel caso di tubi di diametro \leq DN 600.

La compattazione del materiale di rinterro della zona intorno al tubo dovrà essere eseguita, anche per saturazione, fino allo Standard Proctor superiore al 90 %, in accordo con quanto prescritto dalla D.L., conservando una fascia non compattata sopra il tubo di larghezza pari a circa 0,7 DN.

La restante parte di rinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Il grado massimo ammesso di ovalizzazione del tubo (intesa come diminuzione % del diametro verticale), a condotta posata sarà \leq 3%.

23.10 – Prove dei materiali

In correlazione a quanto prescritto nei precedenti articoli 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 stessi, da sottoporsi a sue spese alle prove presso il laboratorio sperimentale del T.C.I. di Milano.

Art. 24

Posa in opera di connessioni di scarico e collettori di fognatura

1. Movimentazione manufatti , immagazzinamento

I componenti , ispezionati ed esaminati alla consegna ed anche immediatamente prima dell'installazione , devono essere movimentati con idonee attrezzature ed idonei metodi sia per motivi di sicurezza che per evitare danneggiamenti. Tutti i componenti devono essere immagazzinati in modo da conservarsi integri e da non subire degradazioni ; i componenti elastomerici devono essere tenuti puliti e protetti dalla luce solare, dall'olio e da fonti di ozono (es. apparecchiature elettriche).

I tubi devono essere fissati in modo che non rotolino , evitando altezze di impilamento eccessive per non sovraccaricare i tubi della parte inferiore della pila. Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

Ove necessario, i tubi devono essere posati su supporti che li tengano sollevati dal terreno: ciò vale in presenza di tubi con rivestimento protettivo oppure in condizioni atmosferiche molto fredde (effetto di incollamento al terreno).

2. Posa in opera tubazioni

• 2.1 *Modalità della posa*

La posa in opera dei tubi dovrebbe iniziare dalla estremità a valle, con i bicchieri rivolti a monte.

Quando i lavori venissero interrotti per un periodo di tempo piuttosto lungo, si dovrebbero chiudere temporaneamente le estremità con tappi protettivi. In ogni caso si deve impedire che nei tubi entrino materiali estranei e comunque questi vanno tolti quando vi fossero entrati.

Nella posa in opera delle tubazioni occorre rispettare il loro orientamento ogni qualvolta esso indicato, ad esempio con un segno che ne indichi la parte superiore.

I tubi devono essere posati seguendo il tracciato e l'altimetria nei limiti delle tolleranze specificate nel progetto. Eventuali aggiustamenti nell'altimetria devono essere effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio e garantendo che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza. Non si deve mai effettuare un aggiustamento permanente mediante riempimenti locali.

- 2.2 *Esecuzione delle giunzioni*

I tappi protettivi devono essere tolti immediatamente prima di eseguire le giunzioni. Le parti della superficie del tubo che vengono a contatto con le giunzioni devono essere prive di danni, pulite, asciutte. I giunti devono essere lubrificati soltanto usando i lubrificanti ed i metodi indicati dal costruttore.

Se la giunzione dei tubi non avviene manualmente, si devono proteggere le estremità dei tubi ed usare apparecchiature adeguate, applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti. Dopo aver eseguito la giunzione si controlla e, se necessario, si corregge l'allineamento.

Laddove necessario si devono prevedere le nicchie per i bicchieri per consentire l'esecuzione del corretto accoppiamento e per evitare che il tubo poggi sul giunto. La nicchia non deve essere più grande di quanto necessario per il montaggio del giunto.

- 2.3 *Taglio dei tubi - Predisposizioni dei collegamenti*

Il taglio deve essere eseguito con strumenti idonei e modalità indicate dal costruttore. Esso deve garantire prestazioni adeguate dei giunti. I rivestimenti interni ed esterni devono essere ripristinati con le modalità indicate dal costruttore.

Le estremità o le diramazioni alle quali, dopo il riempimento della trincea, andranno eseguiti collegamenti, devono essere a perfetta tenuta idraulica, adeguatamente ancorate: le loro posizioni devono essere rilevate e registrate.

- 2.4 *Installazioni speciali*

— Tubazioni all'interno di tubi protettivi

Sia i tubi di protezione che le tubazioni devono essere collaudate separatamente. Nel caso di tubazioni all'interno di condotti, può non essere necessario collaudare la tenuta di questi ultimi.

— Tubazioni attraverso, sotto o in prossimità di strutture

Laddove le tubazioni passino attraverso strutture, compreso pozzi e camerette di ispezione, si devono inserire dei giunti flessibili nelle pareti o il più vicino possibile alle superfici esterne delle strutture, a meno che le tubazioni e le strutture costituiscano un blocco unico su fondazione rigida. Si può introdurre maggior flessibilità inserendo un tratto corto (corto in relazione al diametro, al tipo di tubo ed alle caratteristiche del giunto) per consentire una certa articolazione.

Per i tubi che passano attraverso una struttura può essere necessario un manicotto o una mensola.

Anche laddove le tubazioni passino sotto o in prossimità di strutture, si dovrebbero prendere in considerazione provvedimenti simili.

- 2.4 *Supporti ed ancoraggi*

Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione, i tubi devono essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

Nel caso di tubi in pressione, se si installano raccordi e valvole senza un bloccaggio sicuro in direzione longitudinale, i tubi devono essere fissati in modo da poter resistere alle forze in gioco (si rimanda alla Norma di progetto Pr EN 805).

Nel caso di tubazioni funzionanti a gravità può essere necessario fissare i raccordi, magari soltanto temporaneamente durante la prova di tenuta.

In presenza di forze supplementari, come quelle che possono verificarsi con tubazioni sospese o fortemente inclinate, fin dalla installazione occorre provvedere a contrastarle creando opportune barriere, con blocchi o rivestimenti in calcestruzzo di cemento, che nel contempo forniscano protezione contro il dilavamento o drenaggio del letto di posa.

3. Collegamenti a tubi e pozzetti

Quando vengono effettuati collegamenti a tubi e pozzetti, occorre garantire che:

- la resistenza meccanica delle tubazioni non sia compromessa;
- il tubo da collegare non sporga in alcun modo oltre la superficie interna del tubo o pozzetto al quale deve essere unito;
- il collegamento sia a tenuta.

Il collegamento può avvenire:

- 3.1 *mediante giunti*

Il giunto deve essere mantenuto nella angolazione adatta per ricevere la tubazione in ingresso . Laddove un giunto debba essere inserito in una tubazione esistente può essere necessario togliere un tratto di tubo: ciò deve avvenire solo per una lunghezza sufficiente a consentire l'inserimento del giunto . L'operazione può comportare l'inserimento di un corto tratto di tubo oltre al giunto .

I giunti da usare – a bicchiere o a manicotto – devono essere adatti alla tubazione, garantire allineamento e collocazione precisi e tenuta sicura.

- 3.2 *mediante raccordi*

I raccordi sono elementi che si inseriscono in fori circolari praticati nella parete del tubo in modo da formare un giunto a tenuta.

Il tubo viene tagliato con dispositivo specifico o idoneo, avendo cura che materiali estranei non entrino nel tubo .

Il raccordo deve essere posizionato sulla metà superiore del tubo , con l'asse a 45° rispetto al piano verticale che contiene l'asse longitudinale del tubo.

- 3.3 *mediante raccordi a sella*

I raccordi a sella sono elementi che garantiscono la tenuta fra la superficie esterna del tubo e la superficie interna della

sella. Il foro viene ottenuto con dispositivo specifico o idoneo, avendo cura che materiali estranei non entrino nel tubo.

Il raccordo a sella deve essere posizionato sulla metà superiore del tubo , con l'asse a 45° rispetto al piano verticale che contiene l'asse longitudinale del tubo.

- 3.4 *mediante saldatura*

In questo caso occorre fare riferimento alle istruzioni del costruttore dei tubi.

La scelta dei metodi tra quelli sopra elencati o di altri ancora possibili, dipende dalle dimensioni e dal materiale del tubo : tutti devono comunque garantire la qualità del collegamento.

4. Rivestimento del tubo (appoggio , rinfiacco e ricoprimento iniziale)

Dicesi in questa sede "rivestimento del tubo" l'insieme di appoggio + rinfiacco + ricoprimento superiore immediatamente a contatto del tubo. Il riporto di materiale al di sopra del rivestimento di cui al presente articolo, fino alla superficie del suolo o alla base di una massicciata stradale o ferroviaria , costituisce il " riempimento " o rinterro e viene trattato all'articolo successivo .

- 4.1 *Materiali*

I materiali usati per il rivestimento devono garantire la stabilità permanente e la resistenza meccanica della tubazione interrata ; non devono essere nocivi per il tubo o per la falda freatica ; devono essere conformi ai requisiti di progetto.

Non si devono usare materiali che abbiano subito il gelo.

I materiali usati per l'appoggio o letto di posa non dovrebbero contenere elementi di dimensioni maggiori di :

- 22 mm per tubi con $DN < 200$;
- 40 mm per tubi con $200 < DN \leq 600$.

I requisiti per il riutilizzo del terreno di origine sono :

- conformità ai requisiti di progetto ;
- costipabilità se specificata ;
- assenza di materiali nocivi per il tubo (elementi sovradimensionati rispetto al diametro ed allo spessore del tubo, radici d'albero, breccia, materiale organico , grumi di argilla > 75 mm, neve e ghiaccio).

Sono adatti i seguenti materiali, che possono comprendere anche materiali riciclati :

- materiali granulari : monogranulari - granulari graduati - sabbia - misto di cava - inerti frantumati .
- materiali trattati con leganti idraulici : terreno impastato con cemento - calcestruzzo leggero - calcestruzzo magro – calcestruzzo non armato – calcestruzzo armato ,conformi alle specifiche di progetto.

Il materiale e la sua granulometria, insieme ad eventuali supporti, devono essere selezionati in base :

- alle dimensioni del tubo,
- al materiale del tubo,
- allo spessore delle pareti del tubo,
- alla natura del terreno.

- 4.2 *Generalità di rivestimenti ed appoggi*

Gli appoggi e gli spessori dello strato di rivestimento devono essere conformi ai requisiti di progetto.

La larghezza dell'appoggio (o letto di posa) deve essere pari alla larghezza della trincea ; per tubi posati in terrapieno, la larghezza dell'appoggio deve essere quattro volte il Diametro esterno .

Lo spessore minimo del ricoprimento iniziale (strato immediatamente a contatto con il tubo misurato dalla generatrice superiore) deve essere di 150 mm sopra il tubo e 100 mm sopra la giunzione. Eventuali zone di terreno inconsistente sul fondo della trincea devono essere rimosse e sostituite con materiale più adatto. Se tali zone sono estese, occorre rivedere i calcoli di resistenza meccanica.

- 4.3 *Tipi di appoggi e rinfianco*

- Tipo n° 1 : letto di posa e rinfianco.

Questo tipo di appoggio può essere usato con qualsiasi tipo di rivestimento, fornendo supporto continuo al tubo per tutta la lunghezza . Ciò vale per qualsiasi forma e dimensione dei tubi.

Se non specificato diversamente, lo spessore del letto di posa (misurato al di sotto della generatrice inferiore del tubo) non deve essere minore di :

- 100 mm in condizioni di terreno normali ;
- 150 mm in roccia o terreno duro.

Lo spessore del rinfianco deve essere quello specificato nel progetto.

- Tipo n° 2 : appoggio diretto sul fondo *sagomato* della trincea e rinfianco. Può essere usato con terreno uniforme e relativamente soffice, con grana fine. Lo spessore del rinfianco deve essere quello specificato nel progetto.

- Tipo n° 3 : appoggio diretto sul fondo squadrato della trincea e rinfianco. Può essere usato con terreno uniforme e relativamente soffice, con grana fine. Lo spessore del rinfianco deve essere quello specificato nel progetto.

- 4.4 *Posa in opera del rivestimento*

Il rivestimento deve essere eseguito in modo da evitare l'intrusione del terreno esistente nel rivestimento o la migrazione del rivestimento nel terreno esistente . In alcune circostanze può essere necessario usare un tessuto geotessile o un filtro calibrato per contenere il rivestimento del tubo, in particolare in presenza della falda freatica.

Laddove il flusso di acqua sotterranea possa trascinare particelle fini di terreno o abbassare il livello della falda freatica si devono prendere gli opportuni provvedimenti.

L'appoggio, il rinfianco ed il ricoprimento iniziale dovrebbero essere protetti nei confronti di qualsiasi variazione prevedibile di resistenza meccanica, stabilità o sistemazione che potrebbe essere causata da :

- rimozione della casseratura di contenimento ;
- influenza della falda freatica ;
- altri lavori di scavo adiacenti.

Quando alcune parti di tubazione necessitano di ancoraggio o rinforzo, questo deve essere eseguito prima del rivestimento.

Durante l'esecuzione del rivestimento si dovrebbe prestare particolare attenzione a quanto segue :

- assenza di spostamenti della tubazione rispetto al tracciato ed alla altimetria ;
- accuratezza della esecuzione del rinfianco per garantire che gli spazi vuoti sotto il tubo siano ben riempiti di materiale costipato.

Il ricoprimento iniziale sopra la generatrice del tubo , ove, richiesto, deve essere costipato a mano. Il costipamento meccanico dovrebbe essere iniziato infatti quando il ricoprimento abbia uno spessore di almeno 300 mm sopra la generatrice del tubo.

5. Collaudi

Durante la posa in opera e prima del riempimento (rinterro) si possono eseguire le ispezioni / prove di cui all'articolo 26 .

Art. 25

Gabbioni metallici zincati e loro riempimento

I gabbioni a scatola dovranno essere fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro (conforme alle UNI 3598) avente un diametro di 3,00 mm, a forte zincatura conforme a quanto previsto dalla circolare del Consiglio Superiore LL.PP. n. 2078 del 27/8/1962 vigente in materia.

Il filo da impiegarsi nelle cuciture e per i tiranti dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno costituiti da filo a forte zincatura con diametro di 3,00 mm.

Prima della messa in opera dei gabbioni e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dalla ditta che ha fabbricato i manufatti metallici, redatto a norma della circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/8/1962.

La Direzione Lavori procederà quindi al prelievo dei campioni ed ai collaudi della zincatura, sia dei fili della rete che del filo per le cuciture secondo le norme previste dalla succitata circolare.

Le operazioni di preparazione e assemblaggio dei singoli elementi, nonché l'unione degli elementi contigui mediante legature fatte con l'apposito filo di cucitura, o con punti metallici dovranno essere tali da creare una struttura continua e monolitica.

Il materiale di riempimento potrà essere costituito da ciottolo di fiume o pietrame di cava, purché abbia una composizione compatta, e di elevato peso specifico, non friabile né gelivo e di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da realizzare il maggior costipamento possibile, inoltre le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco con analogo onere di paramento. La pezzatura più adatta per il riempimento è quella variabile tra 1 e 1,5÷2 volte la dimensione della maglia delle rete.

Art. 26

Ripristino corticale di strutture portanti in c.a.

Previa asportazione del materiale ammalorato da eseguirsi nelle zone fortemente degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, l'esecuzione dei lavori per i ripristini corticali di strutture in cemento armato dovrà procedere per successive fasi di lavorazione, nell'ordine e con le modalità di seguito indicate.

a) Trattamento passivante dell'armatura in acciaio

a.1) Descrizione

La lavorazione in oggetto dovrà essere eseguita per garantire la protezione anticorrosiva rialcanizzante dell'acciaio di armatura del calcestruzzo, oltre a creare un ponte di adesione per malte di recupero o calcestruzzo nuovo su vecchio.

a.2) Preparazione dell'acciaio e modalità esecutive

Per assicurare la possibilità di sviluppare efficacemente le proprietà anticorrosive, è indispensabile che l'acciaio da trattare sia liberato dal calcestruzzo circostante deteriorato e carbonatato, da materiali incoerenti, grassi, olii e ruggine.

Tale operazione potrà essere eseguita tramite sabbiatura allo scopo di portare le armature a metallo bianco. Se tale operazione non potrà essere eseguita per motivi logistici, si dovrà procedere con energica spazzolatura della superficie metallica con cura ed in profondità.

a.3) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

I prodotti da impiegare devono essere composti da un sistema bicomponente a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione.

Tali componenti devono essere miscelati senza l'aggiunta di acqua o di altri ingredienti, e devono esplicare l'azione anticorrosiva attraverso:

- l'impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera;
- presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione;
- elevata alcalinità;
- ottima adesione al metallo ed al calcestruzzo.

Per quanto riguarda invece l'applicazione del prodotto, potrà avvenire tramite pennello o a spruzzo, provvedendo con molta cura a saturare perfettamente la superficie metallica e gli interstizi tra armatura metallica ed il calcestruzzo esistente.

Il prodotto dovrà essere applicato in due strati successivi formando uno spessore medio di circa 1,5 mm. Ad intervalli di tempo da 3 a 5 ore in condizioni di temperatura ottimale.

Inoltre l'applicazione del prodotto, dalla preventiva preparazione della base dell'acciaio, non deve essere superiore ad un lasso di tempo pari a 30', per evitare l'inizio di una nuova fase di ossidazione dell'acciaio specie se durante la fase lavorativa si ha presenza di umidità.

Invece le temperature ottimali dovranno essere comprese tra i + 15° C e + 25° C. Qualora la temperatura scendesse al di sotto dei + 5° C, l'Impresa appaltatrice dovrà attenersi alle indicazioni delle schede tecniche del prodotto impiegato previa indicazione del Direttore dei Lavori.

b) Trattamento anticarbonatazione delle superfici in c.a.

b.1) Descrizione

Questo tipo di intervento si rende indispensabile per le strutture in cemento armato, poiché riduce notevolmente l'aggressione delle armature metalliche all'interno del calcestruzzo, da alte concentrazioni di cloruri contenuti nei calcestruzzi preconfezionati, nei sali decongelanti, nei sali trasportati dai venti o da piogge acide.

b.2) Preparazione delle superfici e modalità di applicazione

Il prodotto per il trattamento di anticarbonatazione (inibitore di corrosione) dovrà essere applicato sulla superficie del calcestruzzo deteriorato, previa demolizione e pulizia di tutte le parti in fase di distacco, a pennello o a spruzzo successivamente alla fase di trattamento passivante dell'armatura in acciaio.

Non bisogna in alcun modo eseguire i due trattamenti contemporaneamente.

c) Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali

c.1) Descrizione

Questo tipo di lavorazione è molto importante poiché permette di ricostruire la sezione originaria del manufatto, nonché lo strato di copriferro deteriorato ripristinando e proteggendo le caratteristiche strutturali del manufatto.

c.2) Preparazione delle superfici

La preparazione delle superfici avviene tramite l'asportazione di residui di calcestruzzo e di polvere dovuti alla demolizione preventiva del calcestruzzo ammalorato.

Eventuali riprese di calcestruzzo eseguite in precedenza che non risultano perfettamente aderenti, dovranno essere asportate fino a raggiungere uno strato solido, resistente e ruvido.

La fase della preparazione delle superfici verrà omessa, se precedentemente è stato effettuato il trattamento anticarbonatazione.

c.3) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto da utilizzare per la ricostruzione di strutture in c.a. sarà una malta premiscelata in polvere composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, speciali additivi e fibre sintetiche (malta a ritiro controllato fibrorinforzata).

Il prodotto secco verrà miscelato con acqua nelle quantità stabilite dalle schede tecniche del prodotto da utilizzare o secondo le indicazioni della Direzione Lavori, in modo da ottenere una malta di facile lavorabilità tale da poter essere applicata in verticale o in orizzontale senza colare, oltre a garantire le seguenti qualità:

- elevate resistenze meccaniche alla flessione ed alla compressione;
- modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e di permeabilità al vapore acqueo simili ai calcestruzzi di alta qualità;
- impermeabilità all'acqua e all'anidride carbonica;
- ottima adesione al vecchio calcestruzzo;
- elevata resistenza all'usura per abrasione.

Per quanto riguarda invece le modalità di applicazione della malta, questa potrà avvenire tramite cazzuola costipando bene la malta in corrispondenza delle armature metalliche in modo da saturare gli interstizi tra armatura metallica e struttura esistente, oppure a spruzzo utilizzando idonei mescolatori che non alterino la struttura della malta. La malta applicata verrà di seguito ulteriormente costipata e modellata con l'ausilio di fratazzo liscio e fratazzino a spugna, utilizzando dove si renda necessario le cassetture per la ricostruzione di spigoli.

Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e + 25° C e comunque non inferiori a + 5° C.

d) Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

d.1) Descrizione

Lo strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate mediante i procedimenti di cui ai punti a), b) e c) si effettua per proteggere ulteriormente le strutture dall'aggressione dei cloruri e dagli agenti atmosferici, oltre a regolarizzare e rasare le superfici non irregolari.

d.2) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

La malta da impiegare per la regolarizzazione e rasatura delle superfici, dovrà essere composta da una malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa.

La malta da utilizzare dovrà garantire le seguenti qualità:

- elevato contenuto di resine sintetiche;
- ottima adesione a tutte le superfici in calcestruzzo;
- impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi dell'atmosfera (anidride carbonica, solfati e ossido di azoto);
- resistente ai cicli di gelo e disgelo.

L'applicazione del prodotto, previa pulizia del fondo mediante idrolavaggio per eliminare polvere, tracce di olio, ecc., sarà realizzata con fratazzo liscio e di seguito lisciato con fratazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione.

Gli spessori massimi di applicazione non dovranno essere superiori a 2 ÷ 3 mm. E la temperatura ottimale dovrà essere tra i + 15° C e + 25° C e comunque non inferiore ai + 5° C.

e) Impermeabilizzazione

e.1) Descrizione

L'impermeabilizzazione è una lavorazione indispensabile che permette di proteggere nel tempo le strutture portanti dei manufatti in c.a., dall'azione della pioggia battente, evitando l'aggressione contro la carbonatazione e l'umidità, quindi preservando nel tempo gli interventi di recupero effettuati e le strutture ancora integre.

e.2) Caratteristiche tecniche dei prodotti e modalità di applicazione

Il prodotto impermeabilizzante da utilizzare dovrà essere liquido ed incolore a base di resine silossaniche in solvente, caratterizzato da una elevata proprietà di impregnare tutti i materiali minerali assorbenti impiegati in edilizia. Applicandolo su supporto poroso dovrà penetrare in profondità e reagire con la naturale umidità

presente all'interno di esso per formare uno strato idrofobo, che respinge l'acqua. Dovrà inoltre possedere le seguenti proprietà:

- proteggere le strutture dagli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
- trasparente in modo da non alterare l'aspetto estetico;
- non deve creare pellicola e quindi non modificare la permeabilità al vapore;
- deve possedere ottima resistenza all'alcalinità presente nei materiali cementizi;
- deve essere resistente alle radiazioni ultraviolette.

* * * * *

Per quanto riguarda l'applicazione del prodotto, è molto importante che la superficie di applicazione sia preventivamente pulita da sporcizia, grassi, alghe o licheni. Si dovranno inoltre rimuovere eventuali scaglie mobili e riparare eventuali crepe. Se invece la superficie di applicazione è priva di sporcizia, sarà sufficiente una accurata spazzolatura con spazzola di saggina e una conseguente depolverizzazione con aria compressa. Una volta ripulito il fondo di applicazione il prodotto dovrà essere messo in opera a spruzzo o a pennello, bagnato su bagnato, assicurando una distribuzione omogenea e un assorbimento idoneo (almeno due o tre passate).

Prima di procedere alle lavorazioni, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Direzione Lavori le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare, al fine di valutare i prodotti più idonei all'impiego.

Inoltre i prodotti che si utilizzeranno saranno soggetti a prelievo di campioni durante le fasi lavorative, sui quali verranno effettuate prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta Appaltatrice.

C) SOVRASTRUTTURA STRADALE

STRATI DI FONDAZIONE, DI BASE, DI COLLEGAMENTO E DI USURA.
TRATTAMENTI SUPERFICIALI.
SPLITTMASTIX ASPHALT (SMA).

Art. 27

Premessa

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- b) sovrastruttura, così composta:
 1. fondazione,
 2. base,
 3. strato superficiale (collegamento e usura).

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5÷2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0÷5,0%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione dei lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

L'approvazione della Direzione dei lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 0,3 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Art. 28
Strati di fondazione

Lo strato di fondazione sarà costituita dalla miscela conforme alle prescrizioni del presente Capitolato e comunque dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature di costipamento usate.

Gli strati dovranno essere costipati con attrezzature idonea al tipo di materiale impiegato ed approvato dalla Direzione dei lavori, tali da arrivare ai gradi di costipamento prescritti dalle indicazioni successive.

Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato che dovrà essere portato alla densità stabilita di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegato. Durante la fase di costipamento la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovranno tenere conto delle perdite per evaporazione causa vento, sole, calore ed altro. L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre danni alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3 °C.

Qualsiasi zona o parte della fondazione, che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

A) FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE A STABILIZZAZIONE MECCANICA

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10.

a) Caratteristiche del materiale da impiegare

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nei seguenti fusi e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Ø max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Ø max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 + 100	100
Crivello 15	50 + 80	70 + 100
Crivello 10	30 + 70	50 + 85
Crivello 5	23 + 55	35 + 65
Setaccio 2	15 + 40	25 + 50
Setaccio 0,42	8 + 25	15 + 30
Setaccio 0,075	2 + 15	5 + 15

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il

limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);

- 6) indice di portanza CBR (C.N.R. – U.N.I. 10009 – Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento;
- 7) limite di liquidità $\leq 25\%$, limite di plasticità O19, indice di plasticità ≤ 6 .

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

b) Studi preliminari

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

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

c) Modalità operative

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 30 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata :

AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio $\frac{3}{4}$ ". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = (d_i \times P_c \times (100 - Z)) / (100 \times P_c - Z \times d_i)$$

dove

- *dr* : densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;
- *d_i* : densità della miscela intera;
- *P_c* : peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm
- *Z* : percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40 %. In tal caso nella stessa formula, al termine Z, dovrà essere dato il valore di 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Il valore del modulo di compressibilità *Me*, misurato con il metodo di cui agli articoli "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

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

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di esportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

B) FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

a) Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e 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.

b) Caratteristiche del materiale da impiegare

Inerti:

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Direzione dei lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni 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 U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Ø max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Ø max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 + 100	100
Crivello 15	50 + 80	70 + 100
Crivello 10	30 + 70	50 + 85
Crivello 5	23 + 55	35 + 65
Setaccio 2	15 + 40	25 + 50
Setaccio 0,42	8 + 25	15 + 30
Setaccio 0,075	2 + 15	5 + 15

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

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 $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di 2% 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 in peso sarà compresa tra il 3% e il 5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua:

Dovrà essere esente da impurità dannose, 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 $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate. In modo indicativo il quantitativo d'acqua si può considerare pari tra il 5% e il 7%.

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 ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. 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 U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") 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 e a 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 circa 20 °C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà 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 detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiore a 0,25 N/mm². (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere 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, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

e) Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei lavori 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 vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori 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. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese 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 di impiego (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 \div 18 °C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con 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 \div 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, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

g) Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà 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 l'applicazione della formula di trasformazione di cui al precedente "modalità operative" del paragrafo "Fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica", oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a $105 \div 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 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% della densità di progetto.

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

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati 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 dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m^3 di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre $\pm 20\%$; comunque non dovrà mai essere inferiore a $2,5 \text{ N/mm}^2$ per la compressione e $0,25 \text{ N/mm}^2$ per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato 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 spese lo strato per il suo intero spessore.

Art. 29

Strato di base in misto bitumato (Tout venant bitumato)

a) Descrizione

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), normalmente dello spessore di $10 \div 15 \text{ cm}$, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

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

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione Lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

b) Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

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

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi

2.1.1.1.1 PARAMETRO	2.1.1.1.1.1 normativa	Strato di base in misto bitumato		
		Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 25	≤ 30	≤ 30
Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 20	≤ 25	≤ 35
Quantità di frantumato (%)	-	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	40	40	40
Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Contenuto di rocce reagenti con alcali del cemento (%)		-	-	-

Inoltre l'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o breccie e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (breccie e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

Aggregato fino (frazione o 4 mm): elementi naturali e di frantumazione sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

2.1.1.1.2 PARAMETRO	2.1.1.1.3 Normativa	2.1.1.1.4 Strato di base in misto bitumato			
		2.1.1.1.5 autostrade 2.1.1.1.6 d extraurbane 2.1.1.1.7 principali	2.1.1.1.8 extraurbane 2.1.1.1.9 secondarie 2.1.1.1.10 d urbane 2.1.1.1.11 i scorrimento	2.1.1.1.12 strade urbane 2.1.1.1.13 i quartiere 2.1.1.1.14 locali	
2.1.1.1.15 Equivalente in sabbia (%)	2.1.1.1.16 CN R 27/72	2.1.1.1.17 50	2.1.1.1.18 50	2.1.1.1.19 ≥ 50	
2.1.1.1.20 Limite di plasticità (%)	2.1.1.1.21 CN R-UNI 10014	2.1.1.1.22 .P.	2.1.1.1.23 .P.	2.1.1.1.24 N.P.	
2.1.1.1.25 Limite liquido (%)	2.1.1.1.26 CN R-UNI 10014	2.1.1.1.27 25	2.1.1.1.28 25	2.1.1.1.29 ≤ 25	
2.1.1.1.30 Contenuto di rocce tenere, alterate, scistose, degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento (%)	2.1.1.1.31 CN R 104/84	2.1.1.1.32	2.1.1.1.33	2.1.1.1.34 -	

Additivi, Filler: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti (solo per basi in misto bitumato) La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 - 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

c) Legante bituminoso

PARAMETRO	Normativa	Misto bitumato non modificato		Misto bitumato modificato	
		Tipo 50/70	Tipo 70/100	Tipo A	Tipo B
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	≥ 65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	EN 12593, CNR 43/74	≤ -8	≤ -8	≤ -15	≤ -12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$ (Pa.s)	PrEN 13072-2	$\geq 0,15$	$\geq 0,10$	$\geq 0,4$	$\geq 0,25$
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento (%)	EN 13399	-	-	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

d) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Miscela: percentuale compresa tra 3,5 e 5%

SETACCI apertura mm	Strato di base in misto bitumato
	% di passante
1,4 D _{max}	100
D _{max} = 31,50	90 – 100
20	60 – 95
12,5	35 – 75
2	10 – 50
0,5	5 – 25
0,063	0 – 11

e) Controllo dei requisiti di accettazione

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
2.1.1.2 Condizioni di prova	Unità di misura	Base
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
2.1.1.3 Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

METODO MARSHALL	STRATO PAVIMENTAZIONE	
Condizioni di prova	Unità di misura	Base
Costipamento	75 colpi x faccia	
Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	> 7 (8)*
Rigidezza Marshall	KN/mm	>2,5
Vuoti residui	%	4 – 10 (8)*
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

* per bitume modificato

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Su richiesta della Direzione Lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30/3/1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23/3/1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

La stazione appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione Lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione Lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali, assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

f) Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150 °C e 170 °C, e quella del legante tra 150 °C e 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

g) Posa in opera delle miscele

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

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

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,5 \div 1 \text{ Kg/m}^2$, secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130 °C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati).

Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare e che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo.

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

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.

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

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Art. 30

Strati di collegamento (binder) e di usura

a) Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato.

Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiate.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelievamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

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

Aggregato grosso binder: elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi

PARAMETRO	2.1.1.3.1 normativa	Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 25	≤ 30	≤ 30
Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 20	≤ 25	≤ 35
Quantità di frantumato (%)	-	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	30	30	30
Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30

Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2
Indice di appiattimento	CNR 95/84	≤ 25	≤ 30	≤ 35
Porosità	CNR 65/78	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	≥ 42	≥ 40	≥ 40

Aggregato grosso usura: elementi di frantumazione di rocce lapidee, elementi naturali tondeggianti, anche frantumati, elementi naturali a spigoli vivi.

Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante costituito da pietrischetti e graniglie ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee o da elementi naturali tondeggianti frantumati

2.1.1.3.2	PARAMETRO	Normativa	Strato d'usura in conglomerato bituminoso			
			Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali	Autostrade ed extraurbane principali per strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante
	Los Angeles (%)	CNR 34/73	≤ 20	≤ 20	≤ 25	≤ 16
	Micro Deval Umida (%)	CNR 109/85	≤ 15	≤ 15	≤ 20	≤ 15
	Quantità di frantumato (%)	-	95	95	95	100
	Dimensione massima (mm)	CNR 23/71	20	20	20	20
	Sensibilità al gelo (%)	CNR 80/80	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
	Spogliamento (%)	CNR 138/92	0	0	0	0
	Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 1	≤ 1	≤ 2	≤ 1
	Coefficiente di forma	CNR 95/84	-	-	-	≤ 3
	Coefficiente di appiattimento	CNR 95/84	-	-	-	≤ 1,58
	Indice di appiattimento	CNR 95/84	≤ 20	≤ 30	≤ 30	≤ 20
	Porosità	CNR 65/78	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
	CLA	CNR 140/92	≥ 42	≥ 40	≥ 40	≥ 45

Miscela inerti per strati di collegamento binder:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte IV cat. : Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione <140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- - dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30mm;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- – se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm):

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del C.N.R. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento binder:

Aggregato fino: elementi naturali o di frantumazione

2.1.1.3.3 PARAMETRO	Normativa	Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali
Equivalente in sabbia (%)	CNR 27/72	≥ 50	≥ 50	≥ 50
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 2	≤ 2	≤ 3
Quantità di frantumato (%)	CNR 109/85	≥ 50	≥ 50	≥ 50

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

Aggregato fino: elementi naturali o di frantumazione. Le sabbie per lo strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante devono essere di frantumazione

2.1.1.3.4 PARAMETRO	Normativa	Autostrade ed extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed urbane di scorrimento	Strade urbane di quartiere e locali	Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante
Equivalente in sabbia (%)	CNR 27/72	≥ 80	≥ 70	≥ 70	≥ 80
Passante al setaccio 0,075 (%)	CNR 75/80	≤ 2	≤ 2	≤ 3	≤ 2

Quantità di frantumato (%)	CNR 109/85	≥ 70	≥ 50	≥ 50	70
Trattenuto al setaccio 2 mm, per rocce con CLA ≤ 42 (%)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 70%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2, 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler):

Filler binder: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti

Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 - 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume =1,5	CNR 122/88	≥ 5

Filler usura: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti. Strato d'usura in conglomerato bituminoso drenante costituito da frazione fina degli aggregati o polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti

Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 - 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume =1,5	CNR 122/88	≥ 5

c) Legante bituminoso

Legante: bitume semisolido binder

PARAMETRO	2.1.1.3.5 Normativa	Misto bitumato non modificato		Misto bitumato modificato	
		Tipo 50/70	Tipo 70/100	Tipo A	Tipo B
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	≥ 65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	CNR 43/74	≤ - 8	≤ - 8	≤ - 15	≤ - 12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, ^g =10s ⁻¹ (Pa.s)	PrEN 13072-2	≥ 0,15	≥ 0,10	≥ 0,4	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50

Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento (%)	EN 13399	-	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	EN 12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

Legante: bitume semisolido usura

2.1.1.3.6 PARAMETRO	Normativa	Misto bitumato non modificato		Misto bitumato modificato	
		Tipo 50/70	Tipo 70/100	Tipo A (*)	Tipo B (*)
Penetrazione a 25°C (dmm)	EN 1426, CNR 24/71	50-70	70-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	46-56	40-44	>65	≥ 60
Punto di rottura (Fraas) (°C)	CNR 43/74	≤ - 8	≤ - 8	≤ - 15	≤ - 12
Solubilità (%)	EN 12592	≥ 99	≥ 99	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, $\eta = 10s^{-1}$ (Pa.s)	PrEN 13072-2	≥ 0,15	≥ 0,10	≥ 0,4	≥ 0,25
Ritorno elastico a 25°C (%)	EN 13398	-	-	≥ 75	≥ 50
Stabilità allo stoccaggio 3 gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento (%)	EN 13399	-	-	≤ 0,5	≤ 0,5
Valori dopo RTFOT	EN12607-1				
Volatilità (%)	CNR 54/77	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C (%)	EN 1426, CNR 24/71	≥ 50	≥ 50	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento (°C)	EN 1427, CNR 35/73	≤ 9	≤ 9	≤ 5	≤ 5

d) Miscela

Strato di collegamento (binder)

Miscela: percentuale di bitume compresa tra 4,0 e 5,5%

SETACCI apertura mm	Strato di base in misto bitumato
	% di passante
1,4 D _{max}	100
D _{max} = 31,50	90 - 100
12,50	60 - 95
8	45 - 80
2	10 - 50
0,5	5 - 25
0,063	2 - 10

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
Condizioni di prova	Unità di misura	Binder
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
2.1.1.4 Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 - 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 - 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
2.1.1.5 Risultati richiesti		
METODO MARSHALL	STRATO PAVIMENTAZIONE	
Condizioni di prova	Unità di misura	Binder
Costipamento	75 colpi x faccia	
2.1.1.5 Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	> 9 (10)*
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 - 4,5
Vuoti residui	%	3 - 8 (6)*
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

(*) in caso di bitume modificato

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- la stabilità Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidezza, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche: la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C, non inferiore a 55 BPN "British Portable Tester Number";

qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;

- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.

Le misure di BPN, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Strato di usura

Miscela usura:

2.1.1.6SERIE SETACCI		% PASSANTE			
		CONGLOMERATO BITUMINOSO			CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE (0-12)
		A (0-18)	B (0-12)	C (0-6)	
Setaccio	31,5	100	-	-	
Setaccio	20	-	100	-	100
Setaccio	18	90 - 100	-	-	-
Setaccio	12,5	65 - 90	90 - 100	-	90 - 100
Setaccio	10		-	-	-
Setaccio	8	-	65 - 90	-	85 - 95
Setaccio	6,3	-	-	100	-
Setaccio	4	-	-	50 - 85	-
Setaccio	2	20 - 60	20 - 60	30 - 60	10 - 25
Setaccio	0,5	10 - 30	10 - 30	15 - 30	8 - 20
Setaccio	0,063	2 - 12	2 - 12	2 - 10	6 - 10
% di bitume		5,5 - 6,5	5,5 - 6,5	5,5 - 6,5	5,5 - 6,5

Per i tappeti di usura il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4,50 cm, il fuso B per spessori superiori a 3,00 cm, il fuso C per spessori superiori a 2,00 cm.

La quantità di bitume deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste sono riportate nelle seguenti tabelle:

METODO VOLUMETRICO	STRATO PAVIMENTAZIONE	
2.1.1.7 Condizioni di prova	Unità di misura	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
2.1.1.8 Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 - 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 - 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²	>0,6

Coefficiente di trazione indiretta ² a 25°C (**)	N/mm ²	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ - 25
METODO MARSHALL		
<i>STRATO PAVIMENTAZIONE</i>		
Condizioni di prova	<i>Unità di misura</i>	<i>Usura</i>
Costipamento	75 colpi x faccia	
2.1.1.9 Risultati richiesti		
Stabilità Marshall	KN	11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 - 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 - 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm ²	> 70

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10⁻⁶ cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderway Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. La stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Filler binder: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti

Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 - 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

Filler usura: polvere di roccia, preferibilmente calcarea, cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto, ceneri volanti.

2.1.1.10 Parametro	Normativa	Valore
Spogliamento (%)	CNR 138/92	≤ 5
Passante allo 0,18 (%)	CNR 23/71	100
Passante allo 0,075 (%)	CNR 75/80	≥ 80
Indice di Plasticità	CNR-UNI 10014	N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	30 - 45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	≥ 5

e) Controllo dei requisiti di accettazione

Strato di collegamento (binder)

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Inoltre indicati con :

M: il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg;

Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

I lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14 %	LA > 23 %
----------------------	---------------------	---------------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente Capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di

emissione del conto finale, calcolata secondo la seguente formula, che fornisce il fattore di moltiplicazione da applicare a detto importo per ottenere il corrispondente valore rettificato, a seguito di riscontrata carenza dei materiali:

$$C = 1 - 0,3 \times (1000 - M) / 200 - 0,2 \times (Iv - 8) / 6 - 0,1 (LA - 20) / 3$$

con

$M \leq 1000 \text{ Kg}$	$Iv \geq 8 \%$	$LA \geq 20 \%$
--------------------------	----------------	-----------------

Quando il coefficiente C risulti minore o uguale a 0,5 il lavoro non sarà accettato.

Per l'applicazione del fattore di moltiplicazione (C) sull'importo dei lavori si dovrà utilizzare, per ciascun termine (M, Iv e LA), il valore medio tra quelli rilevati su più sezioni (chilometriche) dell'intero tronco stradale oggetto dell'intervento.

f) Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nei seguenti limiti:

- strato di collegamento: $\pm 7 \text{ mm}$,
- strato di usura: $\pm 5 \text{ mm}$.

h) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

- 1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- 2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

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

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione Lavori.

Art. 31

Trattamenti superficiali

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante esportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

A) TRATTAMENTO A FREDDO CON EMULSIONE

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 4 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massicciata dovranno essere sparsi Kg 2,5 di emulsione bituminosa e dm^3 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1,5 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile esportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

B) TRATTAMENTO SUPERFICIALE MONO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante la stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni come da capitolato, in ragione di $1,400 \pm 0,100$ Kg/mq, in funzione delle condizioni del manto stradale, alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa della graniglia, avente generalmente la pezzatura di 4+8 o 3+6 mm, secondo le indicazioni dell'elenco voci, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di $lt\ 6+7/mq$ o $lt\ 4+6/mq$.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera;
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione Lavori, il trattamento superficiale in mono-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non gli verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	$30 \pm 1\%$
b	Contenuto di legante	100 - a)	$70 \pm 1\%$
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ± 100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E

i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2+4
---	-----------------------	-----------	-----

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ±70 dmm
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

	apertura mm.	2.1.1.10.1.1 RANIGLIA	
		4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.		Passante al setaccio % in peso	
3/4"	19.50		
1/2"	12.50		
3/8"	9.50	100	
1/4"	6.25	88-100	100
N° 4	4.75	26-55	92-100
N° 10	2.00	0-5	2-15
N° 40	0.42	0	0
N° 80	0.18		
N° 200	0.075		
lt/mq		6/7	4/6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

d.1) Determinazione del contenuto di emulsione al mq e della uniformità di stesa

Dovranno essere allegate alla contabilità copie delle bolle, riferite al cantiere specifico, dalle quali risulti la quantità netta effettivamente scaricata su strada. La Direzione Lavori si riserva di effettuare la pesatura a campione, oppure di tutte le cisterne spanditrici operanti sul cantiere.

Le cisterne spanditrici dovranno essere costruite con accorgimenti tali da garantire una stesa di legante in opera, omogenea, sia in senso orizzontale che longitudinale. In particolare dovranno essere dotate di barra automatica di spandimento a dosaggio controllato e larghezza variabile automaticamente durante la stesa del legante. Il quantitativo globale a mq richiesto nel Capitolato in ogni punto della pavimentazione, dovrà essere considerato il minimo. In caso di difetto, contenuto entro il 10%, sarà applicata una detrazione pari al 15% del valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della campionatura.

In caso di difetto, superiore al 10%, sul quantitativo globale al mq la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Impresa appaltatrice.

d.2) Determinazione qualità e quantità graniglie

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori certificati di laboratorio, dai quali risultino le caratteristiche fisico meccaniche e le curve granulometriche delle graniglie che verranno impiegate. La Direzione Lavori si riserva di accettare o respingere i materiali proposti. Nel caso di accettazione, le graniglie impiegate saranno sottoposte ad ulteriori accertamenti di laboratorio, e da questi

dovranno risultare uguali ai campioni proposti. In caso di difformità, per risultati contenuti entro il 5%, si applicherà una detrazione del 15% sul valore complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento della prova. Per valori che risultino difformi oltre il 5%, la pavimentazione verrà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

Per determinare la quantità di graniglia, si eseguiranno un congruo numero di prove, a discrezione della Direzione Lavori, durante lo spargimento della stessa, ponendo su strada al passaggio delle macchine spandigraniglia, rettangoli di superficie nota, e provvedendo alla pesatura della graniglia raccolta, comparata con il peso specifico della stessa.

In caso di mancanza dovrà essere idoneamente integrata, in caso di eccesso dovrà essere spazzata e allontanata.

d.3) Controllo qualità delle emulsioni bituminose

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori, una scheda tecnica e certificato ufficiale di qualità rilasciato da laboratorio autorizzato, dei leganti bituminosi che intende impiegare. Da questi documenti si dovrà riscontrare l'idoneità rispetto alle norme di capitolato. In corso d'opera saranno prelevati campioni dalle cisterne spanditrici e sottoposte a prove di laboratorio. In caso di difformità rispetto alle prescrizioni tecniche di capitolato, anche riferite ad una sola caratteristica, contenute entro il 2% per il contenuto di legante ed il 10% per le altre caratteristiche, si applicherà una detrazione del 15% sul prezzo complessivo della pavimentazione eseguita fino al momento del prelievo. Per difformità di valori, superiori al 2% per il contenuto di legante ed in più o meno del 10% per tutti gli altri valori, anche se riferite ad una sola caratteristica, la pavimentazione sarà rifiutata, e dovrà essere rimossa e allontanata a cura e spese della Ditta appaltatrice.

d.4) Rugosità superficiale

La superficie finita del trattamento superficiale messo in opera, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Tali valori si intendono come minimi, e pertanto qualora non si raggiungessero i termini sopra indicati l'Impresa dovrà rimuovere a sua cura e spese tutti i tratti della pavimentazione trattata non rispondenti ai requisiti minimi di aderenza superficiale.

Note: le detrazioni nella misura del 15% sul valore della pavimentazione saranno tollerate una sola volta. Nell'ipotesi di dovere applicare la detrazione una seconda volta la pavimentazione sarà rifiutata e dovrà essere rimossa ed allontanata a cura e spese della impresa appaltatrice.

C) TRATTAMENTO SUPERFICIALE DOPPIO-STRATO REALIZZATO CON EMULSIONE BITUMINOSA PRODOTTA DA BITUMI MODIFICATI E GRANIGLIE DI PRIMA CATEGORIA

a) Modalità di esecuzione

- Accurata pulizia della superficie stradale per eliminare polvere, terra e quant'altro in genere.
- Stesa della prima mano, per mezzo di apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da avere l'uniformità della stesa di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, con le prescrizioni da capitolato di 1,200 Kg/mq massimo alla temperatura di 60-80°C.
- Immediata stesa del primo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 8+12 o 12+18 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 7+9/mq o lt 10+11/mq.
- Stesa di una seconda mano di emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati con SBS-Radiali, in ragione di 1,300 Kg/mq.
- Successiva stesa del secondo strato di graniglia, avente generalmente la pezzatura di 3+6 o 4+8 mm, data uniformemente a mezzo di apposito spandigraniglia in ragione di lt 4+6/mq lt 6+7/mq.
- Adeguata rullatura con rullo compressore da 6/7 t.
- Successiva eliminazione di eventuali eccessi di graniglia con motospazzatrice anche a più riprese o nei giorni successivi alla posa in opera.
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Se indicato nella voce della lavorazione dell'elenco prezzi o se ordinato dalla Direzione Lavori, il trattamento superficiale in doppio-strato dovrà eseguirsi con apposita macchina semovente che provveda alla contemporanea stesa e dosaggio del legante e dell'inerte. In tale caso all'Impresa esecutrice dei lavori non verrà riconosciuta nessuna maggiorazione rispetto al prezzo offerto in sede di gara.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

b) Emulsione bituminosa modificata

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI TERMOPLASTICI SBS AL 70% dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30 ±1%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70 ±1%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 69%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	0
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 +100
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	> 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2-4

Caratteristiche del bitume SBS emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	50 ÷70 dmm.
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	migliore di 65°C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -18°C

c) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 18%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56
Sensibilità al gelo (CNR 80/80)	< 20%
Spogliamento in acqua a 40 °C (CNR 138/92)	0%

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

Setacci A.S.T.M.	apertura mm.	PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
		12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
		Passante al setaccio % in peso			
¾"	19,50	100	100		
½"	12,50	40-80	97-100		
3/8"	9,50	2-15	78-94	100	
¼"	6,25	0-4	12-34	88-100	100
N° 4	4,75	0	0-8	26-55	92-100
N° 10	2,00		0	0-5	2-15
N° 40	0,42			0	0
N° 80	0,18				
N° 200	0,075				
lt/mq 1°mano		10/11	7/9	5/6	

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

d) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate al punto precedente: "Trattamento superficiale mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria".

Art. 32

Trattamento ad impregnazione di strade sterrate con emulsioni bituminose

a) Premessa

Il trattamento superficiale ad impregnazione eseguito con emulsioni bituminose è adatto per impermeabilizzare ed irruvidire le pavimentazioni stradali con fondazioni in terra, misto granulare, in pietrisco tipo Mac Adam o similari. Inoltre, il procedimento si finalizza in un manto legato alla superficie trattata, pertanto se indicato nella voce dell'elenco prezzi o su ordinativo della Direzione Lavori si dovrà fare utilizzo di inerti da precise tonalità di colore, con le caratteristiche rispondenti ai successivi requisiti di accettazione, al fine di decidere l'impatto ambientale delle superfici trattate. L'applicazione della stesa di emulsione cationica per impregnazione a lenta rottura è capace di aderire agli strati polverosi e di scendere tra gli interstizi in profondità nella massicciata in modo da creare uno strato bituminoso di fondazione di rinforzo e predisposto a ricevere il successivo trattamento superficiale.

b) Modalità di esecuzione

- Eventuale risagomatura della strada con misto granulare a stabilizzazione meccanica, di pezzatura 0/25 mm, disteso con motograder, spargimento di pietrischetto di pezzatura 12/18 mm in ragione di 15 l/mq e abbondante bagnatura della superficie con apposito autobotte.
- Spargimento di una prima mano di emulsione cationica da impregnazione al 55% di bitume a lenta rottura, in quantità non inferiore a 2,5 Kg/mq, mediante apposite autocisterne dotate di autonomo impianto di riscaldamento, barra di spruzzatura automatica a larghezza regolabile automaticamente dall'operatore e di computerizzate strumentazioni di controllo della quantità, progettate e costruite tali da garantire l'uniformità durante le operazioni di stesa.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 12/18 mm, in ragione di 10 l/mq e successiva rullatura con rullo statico da 8/10 t.
- Stesa di una seconda mano:
 - strada a traffico leggero:
di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
 - strada a traffico medio/pesante:
di emulsione cationica al 70% di bitume, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
- Immediata stesa, con apposito spandigraniglia, di pietrisco di pezzatura 8/12 mm, in ragione di 10 l/mq.
- Stesa di una terza mano:
 - strada a traffico leggero:
di emulsione cationica al 69% di bitume, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
 - strada a traffico medio/pesante:
di emulsione cationica al 70%, prodotta da bitumi modificati, in quantità non inferiore a 1,5 Kg/mq.
- Saturazione con apposito spandigraniglia, di graniglia di pezzatura 4/8 o 3/6 mm in ragione di 5 o 6 l/mq e successiva rullatura.
- Apertura al traffico con velocità ridotta pari a 30 Km/h.

Il giorno successivo la posa del materiale è opportuno provvedere alla rimozione della graniglia eccedente mediante motospazzatrice aspirante. Tutti gli accorgimenti tecnici, cautele, precauzioni, spese per le prove di laboratorio (preliminari e in corso d'opera) e quanto altro sia dato come ordinativo dalla Direzione Lavori, per eseguire la posa a perfetta regola d'arte sono a completo carico dell'Impresa, in quanto si intendono già compresi nel prezzo della lavorazione finita.

I lavori dovranno essere eseguiti a temperature ambiente non inferiori a +10°C ed in assenza di forte umidità e ovviamente di pioggia.

c) Emulsioni bituminose

EMULSIONE CATIONICA DA IMPREGNAZIONE DI BITUME AL 55%, A LENTA ROTTURA, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	45%
b	Contenuto di legante	100 - a)	55%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 51%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	3 ÷ 4%
e	Demulsività	ASTM D244-72	0 ÷ 5%
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	2 ÷ 5°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato

l	Penetrazione a 4 °C	CNR 24/71	180 ÷ 220 dmm
m	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	> 300 dmm
n	Punto di rammollimento	CNR 35/73	37 ÷ 42 °C
o	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -10°C

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME AL 69%, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	29 ÷ 33%
b	Contenuto di legante	100 - a)	71 ÷ 67%
c	Contenuto di flussante	CNR 100/84	> 3%
d	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100%
e	Omogeneità	ASTM D244-72	max. 0,2%
f	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max. 5%
g	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato (*bitume 80-100*)

h	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	< 100 dmm
i	Punto di rammollimento	CNR 35/73	> 44 °C

EMULSIONE CATIONICA DI BITUME MODIFICATO AL 70%, dalle seguenti caratteristiche:

	Caratteristiche	Metodo di prova	Valori
a	Contenuto d'acqua	CNR 100/84	30%
b	Contenuto di legante	100 - a)	70%
c	Contenuto di bitume	CNR 100/84	> 67%
d	Contenuto di flussante	CNR 100/84	3%
e	Demulsività	ASTM D244-72	50 ÷ 100 %
f	Omogeneità	ASTM D244-72	max 0,2%
g	Sedimentazione a 5 gg.	ASTM D244-72	max 5%
h	Viscosità Engler a 20°C	CNR 102	min 20°E
i	PH (grado di acidità)	ASTM E 70	2÷4

Caratteristiche del bitume emulsionato

l	Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	55 ÷ 65 dmm
m	Punto di rammollimento	CNR 35/73	> 55 °C
n	Punto di rottura (Frass)	CNR 43/72	migliore di -13°C

d) Materiali inerti

Dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Los Angeles (CNR 34/73)	≤ 20%
Coefficiente di frantumazione (valore massimo)	120
Perdita per decantazione (valore massimo)	1
Coeff. di levigatezza accelerata "CLA"(CNR 140/92)	> 0,45
Coeff. di forma (CNR 95/84)	< 3
Coeff. di appiattimento (CNR 95/84)	< 1,56

Si riportano qui di seguito i fusi granulometrici degli inerti ed i relativi quantitativi da impiegare:

	apertura mm.	PIETRISCHETTI		GRANIGLIE	
		12/18 mm.	8/12 mm.	4/8 mm.	3/6 mm.
Setacci A.S.T.M.		Passante al setaccio % in peso			
3/4"	19.50	100	100		
1/2"	12.50	40-80	97-100		
3/8"	9.50	2-15	78-94	100	
1/4"	6.25	0-4	12-34	88-100	100
N° 4	4.75	0	0-8	26-55	92-100
N° 10	2.00		0	0-5	2-15
N° 40	0.42			0	0
N° 80	0.18				
N° 200	0.075				
lt/mq 1°mano		10			
lt/mq 2°mano			10		
lt/mq 3°mano				5	6

Il materiale lapideo, ottenuto da frantumazione di rocce, dovrà essere di forma poliedrica, ben pulito ed esente da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

e) Requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni riportate all'articolo precedente: "Trattamento superficiale mono-strato realizzato con emulsione bituminosa prodotta da bitumi modificati e graniglie di prima categoria".

Art. 33

Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA)

a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchiolo SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato deve essere chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti. È composto da una curva abbastanza discontinua in cui i vuoti vengono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

b) Materiali inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchiolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR-BU n. 139/1992.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100 %
- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973) < 20 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA (CNR-BU n. 140/1992) > 0,45

- coefficiente di forma "Cf" (CNR-BU n. 95/1984) < 3
- coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU n. 95/1984) < 1,58
- sensibilità al gelo (CNR-BU n. 80/1980) < 20 %
- spogliamento in acqua a 40 °C (CNR-BU n. 138/1992) = 0 %

Aggregato fino (frazione ≤ 4 mm):

L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973 – prova C) < 25 %
- equivalente in sabbia ES (CNR-BU n. 27/1972) > 70%

Filler (additivo minerale):

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR-BU n. 23/1971 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Setaccio UNI - numero	Passante in peso a secco (%)
0.42	100
0.18	95
0.075	90

- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0.075 deve passare a tale setaccio anche a secco.
- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

c) Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici del seguente fuso:

Serie A.S.T.M. numero setaccio	Apertura maglie (mm)	Miscela passante: % totale in peso
¾"	19.50	100
½"	12.5	95 + 100
3/8"	9.50	65 + 95
¼"	6.25	40 + 60
N° 4	4.75	30 + 50
N° 10	2.00	20 + 30
N° 40	0.42	12 + 22
N° 80	0.18	9 + 19
N° 200	0.075	8 + 13

d) Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA, sarà bitume modificato scelto tra quelli previsti al punto M dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali", ovvero si utilizzerà un bitume 50/70-65. Il tenore del bitume, sarà compreso tra il 5,5% e il 7,5% sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ad alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

e) Rapporto filler/bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

f) Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3+4 cm.

g) Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucchiolo (SMA)	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	Kg	> 1000	CNR-BU n. 30/73
Rigidezza Marshall	Kg/mm	> 350	CNR-BU n. 30/73
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	%	> 97	CNR-BU n.40/73
Percentuale dei vuoti residui	%	2÷4	CNR-BU n.39/73
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana) a 25 °C	Kg/cmq	> 6	CNR-BU n.134/91
Coefficiente di aderenza trasversale (15 - 90 gg)	CAT	> 0,60	CNR-BU n.147/92
Macrorugosità superficiale (15 - 180 gg)	HS	> 0,6	CNR-BU n.94/83
Impronta con punzone da mmq 500	mm	< 2	CNR-BU n.13/91

h) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

i) Confezione e posa in opera delle miscele

MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo eventualmente previsto.

La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanza argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

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

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

TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci sempre dotati di telone di copertura avvolgente per evitare i raffreddamenti superficiali e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a 150□160 °C.

POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grassi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

COMPATTAZIONE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nel controllo all'impianto.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente con uno scostamento massimo di 3 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

ESECUZIONE DEI GIUNTI

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei *giunti longitudinali* preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I *giunti trasversali* derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra loro sfalsati almeno di 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

I) Preparazione della superficie stradale

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg 1,0 ± 0,2 al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6/8 l/mq. In casi particolari o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dal punto N dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali" effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg 1,5 ± 0,2 al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

Art. 34

Scarificazione di pavimentazioni esistenti

Per gli interventi su pavimentazioni stradali già esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, previo ordine della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Qualora la Direzione dei lavori ritenga opportuno allontanare il materiale risultante da scarificazione, la ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Art. 35

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

La fresatura della sovrastruttura stradale per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "direttiva macchine", D.P.R. 24/7/1996 n. 459.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione Lavori. Particolare cura e cautela deve essere rivolta alla fresatura della pavimentazione su cui giacciono coperchi o prese dei sottoservizi, la stessa Impresa avrà l'onere di sondare o farsi segnalare l'ubicazione di tutti i manufatti che potrebbero interferire con la fresatura stessa.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

Art. 36

Cordonate in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei Lavori, saranno di lunghezza un metro, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o nei casi particolari indicati sempre dalla Direzione Lavori. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per la cordonata

dovrà essere di classe 300 Kg/cm². La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà eseguire dei prelievi, mediante confezionamento di provini cubici di cm 10 di lato, da sottoporre al controllo della resistenza a compressione semplice.

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo minimo di 10/15 cm di spessore e opportunamente rinfiancati in modo continuo da ambo i lati. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento.

Particolare cura, l'Impresa dovrà avere durante la posa per rispettare gli allineamenti di progetto, mentre gli attestamenti tra i consecutivi elementi di cordonata dovranno essere perfetti e privi di sbavature o riseghe.

D) LAVORI DIVERSI

Art. 37

Elementi prefabbricati in calcestruzzo

I manufatti saranno realizzati con calcestruzzo cementizio vibrato, gettato in speciali casseforme multiple o mediante appositi macchinari, in modo che la superficie in vista o esposta agli agenti atmosferici sia particolarmente liscia ed esente da qualsiasi difetto, con R_{ck} non inferiore a 300 kg/cm², stagionati in appositi ambienti e trasportati in cantiere in confezioni.

1) CANALETTE DI DEFLUSSO DALLA STRADA

Avranno le misure di cm 50x50x20, spessore cm 5, e saranno di forma ad imbuto. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le canalette dovrà essere di classe non inferiore a 250 Kg/cm².

Saranno poste in opera dal basso, in apposita sede scavata sulla superficie della scarpata, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, partendo dal fosso di guardia fino alla banchina, dove sarà eseguito un raccordo per l'imbocco delle acque di deflusso mediante calcestruzzo del tipo fondazioni. La sagomatura dell'invito dovrà essere eseguita in modo tale da non creare ostacolo all'acqua, al fine di evitare ristagni, travasi e convogliamenti non desiderati.

Qualora non vi sia ritegno sul fosso di guardia si avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio di diametro mm 20, della lunghezza minima di cm 80 con sporgenza di cm 20, per impedire lo slittamento.

2) CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Gli elementi potranno avere sezione trapezoidale o ad L, con spessore di cm 6 e saranno sagomati ad imbuto, con giunzioni stuccate a cemento. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (R_{ck}) impiegato per le

cunette e fossi di guardia dovrà essere di classe non inferiore a 300 Kg/cm². L'armatura dei manufatti dovrà essere eseguita con rete elettrosaldata a maglie saldate di dimensioni 12x12 cm con ferri F 5 mm, salvo diversa indicazione dalla Direzione Lavori.

La posa sarà eseguita su letto di materiale arido costipato di spessore cm 10/15, avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle cunette. È compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

Art. 38

Barriere di sicurezza

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. LL.PP. 18/2/1992, n. 223, "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 15/10/1996, "Aggiornamento del D.M. 18/2/1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- D.M. LL.PP. 3/6/1998, "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione";
- D.M. 4/5/1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- Circ. LL.PP. n. 2337 dell' 11/7/1987;
- Circ. LL.PP. n. 2595 del 9/6/1995;
- Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996 (e successive modifiche);
- Circ. LL.PP. n. 4622 del 15/10/1996.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

L'Impresa che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente Capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all'Impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l'omologazione, rilasciata dal Min. LL.PP. - Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale. L'omologazione della barriera di sicurezza stradale dovrà corrispondere alla classe richiesta nell'elaborato progettuale. Ove la richiesta di omologazione è stata inoltrata ma non vi è rilasciata la certificazione di omologazione dal Min. LL.PP., la Ditta fornitrice, tramite l'Impresa appaltatrice, dovrà presentare prima dell'inizio effettivo dei lavori i relativi certificati di prova sul manufatto e sui materiali, per il tipo e classe di barriera richiesta nel lavoro in oggetto.

La conformità delle barriere e dei dispositivi dovrà rispondere ai termini di legge posti dal D.M. LL.PP. 3/6/1998 - art. 5 dell'allegato (dichiarazione di conformità nella produzione e per l'installazione).

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

- barriere centrali di spartitraffico;
- barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- barriere per opere d'arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc.;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d'arte, ostacoli fissi e simili.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al "livello di contenimento", risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio

H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

Qualora nell'elenco prezzi si riporti oltre alla descrizione della barriera anche la classe di appartenenza ai sensi del D.M. LL.PP. 3/6/1998, con la dicitura: "..... o equivalente alla classe", gli elementi geometrici e le caratteristiche dei materiali introdotti nella descrizione si intendono come valori o dati di riferimento, ma sarà tassativo dimostrare, da parte del fornitore, con il certificato di omologazione o di prova, la rispondenza della barriera da installare alla classe indicata nell'elenco prezzi.

A) BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Le barriere, costituite da sostegni verticali (paletto di sostegno) e da fascia orizzontale (nastro) con elementi distanziatori, saranno installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali e ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/96.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi ad una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore mm 4.

Ogni tre fasce sarà installato un dispositivo rifrangente con superficie normale all'asse stradale.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.

Art. 39

Terre rinforzate

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Per la formazione e posa in opera di strutture di sostegno in terra rinforzata tipo elementi a gabbioni e rete metallica, si utilizzeranno elementi di armatura, contenimento e protezione superficiale del terreno, in rete metallica a doppia torsione in maglia 8x10 e filo di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno zincato (UNI 8018) e plasticato secondo le normative internazionali vigenti in materia e in seguito specificate.

Gli elementi di rinforzo della terra (gabbione e rete da intercalare al rilevato) saranno provvisti di barre di rinforzo zincate e plasticate (filo di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie e di diaframma centrale realizzato in modo da conferire continuità senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo.

Si dovrà prevedere un adeguato geosintetico ritentore di fini del tipo leggero, come quello da utilizzare per l'avvolgimento delle trincee drenanti, da utilizzare come interfaccia fra il paramento e il rilevato strutturale.

Il riempimento del paramento esterno sarà eseguito con elementi litoidi di adeguato peso specifico, ovvero pari a 2500 Kg/mc, aventi diametro superiore di circa 1□1,5 volte la dimensione massima della maglia della rete.

Le legature tra i vari elementi in rete metallica, saranno effettuate con filo zincato e plasticato secondo le normative internazionali sopra specificate, avente diametro 2,2 mm interno e 3,2 mm esterno, o con punti metallici in acciaio inossidabile con diametro 3,00 mm.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Stabilizzazione di rilevati e pendii mediante manufatti a struttura regolare detti "geogriglie" costituiti da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo.

Le geogriglie devono essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Le geogriglie devono garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno.

Il suddetto materiale dovrà essere reso in cantiere in bobine e dovrà corrispondere in ogni aspetto alle seguenti caratteristiche:

Caratteristiche	Unità di misura	Valori
-----------------	-----------------	--------

Massa aerea (EN 965)	(g/mq)	
Maglia	(cmxcm)	
Resistenza a trazione longitudinale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Resistenza a trazione trasversale (EN ISO 10319)	(kN/m)	
Deformazione al carico massimo (EN ISO 10319)	(%)	
Coefficiente di danneggiamento all'installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm	--	
Allungamento massimo sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL	(%)	

Modalità di posa in opera

Tagliare preventivamente le geogriglie in spezzoni aventi lunghezze in accordo con le prescrizioni di progetto. Posare le geogriglie alle elevazioni previste in strati orizzontali e perpendicolari alla facciata dell'opera. Stendere direttamente sulle geogriglie il materiale previsto per il riempimento e successivamente compattarlo con "pestello o rana vibrante" in prossimità della facciata ed internamente con rullo compattatore. In corrispondenza della facciata dell'opera le geogriglie vanno risvoltate e fissate al terreno già compattato, oppure collegate ad elementi di facciata, secondo le modalità previste dal progetto.

Art. 40

Lavori di rivestimento vegetale - Opere in verde

I terreni dovranno essere lavorati, concimati e seminati nel modo previsto nell'apposito articolo, nel periodo immediatamente successivo alla realizzazione dei piani definitivi delle sistemazioni, mentre per le lavorazioni di cui appresso si provvederà nel periodo climatico più opportuno.

I) Piantumazioni

Le operazioni di messa a dimora delle piantine e delle talee potranno essere eseguite in qualsiasi periodo utile al buon attecchimento, restando a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze entro due anni dalla messa a dimora e comunque fino al collaudo.

Il sesto dovrà essere quello più proprio per la specie, che verrà messa a dimora a quinconce con file parallele al ciglio della strada, o con altro orientamento determinato dal Direttore dei Lavori. Per le file più prossime alla sede stradale il Direttore dei Lavori potrà ordinare che, in relazione ai lavori di pavimentazione, vengano messe a dimora in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi aggiuntivi.

In relazione alle specie si prescrive il seguente sesto d'impianto:

- cm 25 per le piante a portamento erbaceo o strisciante (*Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *Hypericum calycinum*, *Lonicera sempervirens*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*);
- cm 50 per le piante a portamento arbustivo (*Crataegus pyracantha*, *Cytisus scoparius*, *Eucalyptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, *O. punctata*, *Ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*).

Il Direttore dei Lavori ordinerà per iscritto all'Appaltatore la specie da mettere a dimora nei vari settori, anche eventualmente ricorrendo a specie diverse da quelle elencate sopra, in relazione alle caratteristiche dell'areale e a quelle microclimatiche locali, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi ulteriori se non in relazione al numero.

L'impianto potrà essere fatto meccanicamente o manualmente: per le piante a portamento arbustivo la buca dovrà essere sufficientemente grande da garantire, oltre all'attecchimento sicuro, anche una crescita futura sufficientemente rapida e rigogliosa, eventualmente collocandovi del letame bovino non a contatto delle radici e ricoprendo con cautela, ad evitare danni alle radici, predisponendo un apposito colpetto in terra per il ristagno dell'acqua piovana.

Si dovrà avere particolare cautela nel periodo tra l'approvvigionamento in cantiere delle piantine e la messa a dimora affinché non si verifichino danni alle radici ed evitando sia il disseccamento che la germogliazione: in tali eventualità si procederà alla sostituzione completa della fornitura a spese e cura dell'Appaltatore.

II) Semina di specie erbacee

La semina di specie foraggere dovrà costituire una copertura con caratteristiche di prato polifita stabile. Prima della semina e dopo la concimazione il terreno sarà erpicato con rastrello, quindi dopo aver dato comunicazione al Direttore dei Lavori si procederà alla semina di quei miscugli che il Direttore dei Lavori stesso avrà ordinato per iscritto, con il quantitativo previsto da progetto, procedendo a spaglio, con

personale esperto e capace, a più passate e per gruppi di semi di volume e peso simili, in giornate senza vento, avendo cura di ricoprire il seme con rastrelli a mano o con erpice leggero, battendo successivamente il terreno con la pala o rullandolo.

III) Semina a spruzzo (idrosemina)

Le scarpate sia in rilevato che in trincea, con tipo di terreno o roccia particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, potranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido (autunno), con apposite pompe e macchinari, con impiego di sementi di specie frugali e rustiche, con radici profonde, quali ad esempio *Festuca arundinacea*.

La miscela prevede le seguenti dosi per ettaro: soluzione di fertilizzante organico a base di substrati fungini essiccati, kg 2.500; torba, litri 5.000; seme, kg 180; acqua, litri 1.000. Qualora il terreno sia molto acido occorre aggiungere calce spenta (ad esempio per portare pH da 3,5 a 5,5 utilizzare kg 2.400).

Se la crescita è troppo lenta, rada o nulla, l'Appaltatore ripeterà il trattamento a sua cura e spese, ad evitare il propagarsi delle radure. Nel primo periodo di due mesi almeno dovrà essere interdetto qualsiasi passaggio sulle aree trattate, che eventualmente dovranno essere recintate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da apposite macchine in ragione di kg 2.000, addizionata con emulsione bituminosa per kg 500 per ettaro, con funzione di collante.

IV) Rimboschimento con specie forestali

Sulle scarpate ove previsto, oppure ove ritenuto opportuno dal Direttore dei Lavori, l'Appaltatore provvederà alla messa a dimora di alberature impiegando le seguenti specie: *Ulmus campestris*, *Coryllus avellana*, *Sorbus sp. pl.*, *Celtis australis ecc.*, come meglio definito nell'elenco dei prezzi. La buca avrà le dimensioni di cm 80x80x80, e andrà riempita con terra di granulometria e qualità adatta, opportunamente addizionata di letame animale.

La pianta verrà ancorata ad apposito tutore in palo di castagno o carpino infisso nella buca prima del rinterro per almeno 40 cm, e sarà legata in più punti con raffia; qualora si tratti di esemplare che per la sua mole opponga molta resistenza al vento, andrà ancorato con tutore costituito da tre pali legati a piramide, oppure mediante tiranti in filo di ferro ancorati a paletti metallici infissi nel terreno, che abbraccino il tronco con l'interposizione di appositi cuscinetti.

Nelle aree di pertinenza stradale, ove il terreno si presenti di natura limosa, argillosa o paludosa, nelle depressioni e sulle sponde di vallette, l'Appaltatore metterà a dimora, a quinconce n. 4 talee di pioppo, salice o tamerice al metro quadrato, con funzione di rinsaldamento del terreno, di taglio fresco ed allo stato verde, con diametro minimo di cm 1,5 che dovranno essere di crescita spontanea nelle aree interessate.

V) Rivestimento in zolle erbose

Dove ritenuto opportuno dal Direttore dei Lavori si provvederà alla posa di zolle erbose di prato polifita stabile, in formelle di cm 25x25, disposte in file a giunti sfalsati, su sottofondo regolarizzato e costipato. Per scarpate di sviluppo superiore a m 3 verranno posti in opera appositi sostegni antiscivolo ogni m 2 costituiti da graticciate di altezza 10-15 cm come descritte nell'articolo seguente.

Qualora occorra lasciare scoli d'acqua piovana, questi saranno con sagoma a settore circolare di larghezza cm 80-120 e profondità cm 15-20, preventivamente predisposti sul terreno, fino alle stesse canalette di scarico.

VI) Graticciate morte

Sulle scarpate parzialmente consolidate che tuttavia presentino radure vegetative ed erosione del suolo anche a causa dell'eccessiva pendenza delle scarpate stesse, l'Appaltatore provvederà a realizzare graticciate di lunghezza m 5-8, costituite da file di 4-5 pali di castagno di diametro in punta 6-8 cm, infissi nel terreno mediante battitura per 80-100 cm, e successivo pareggio delle teste sgretolate per la battitura, con successivo intreccio alternato di perticelle di castagno, carpino oppure orniello, per un'altezza di 50-60 cm di cui un terzo entro terra, della lunghezza di 5-8 m, e diametro in punta di cm 3-4, l'ultima delle quali fissata con chiodo di ferro a lato della sommità di ogni paletto.

La disposizione a quinconce delle graticciate sul piano delle scarpate dovrà essere in contropendenza rispetto alla pendenza della strada, con inclinazione di 1:8, ad evitare il ristagno di acqua piovana o di scolo, con interesse medio di m 3-5 misurato secondo la massima pendenza della scarpata stessa.

Il volume dietro la graticciata stessa dovrà essere colmato in piano per non più di 2/3 dell'altezza con terra vegetale, paglia ed eventuale letame, ed in esso verranno messe a dimora, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori, talee di specie arborea o arbustive, ad interasse di cm 30-40, per le quali l'Appaltatore dovrà sostituire le fallanze fino al collaudo.

VII) Graticciate verdi

Saranno realizzate con gli stessi criteri generali delle graticciate morte, ma con paletti di diametro minore e ad interasse minore, tra i quali verranno tessuti a canestro virgulti vivi di salice, pioppo o tamerice del diametro di 1-2 cm, per un'altezza di 30-40 cm, ad interasse di 1-2 m misurato secondo la massima pendenza.

VIII) Sfalci dell'erba e cure colturali

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire lo sfalcio meccanico o manuale delle aree a prato e a zolle, ogni volta che l'erba superi l'altezza di 30 cm, allontanando entro 24 ore erba e fieno, avendo cura di evitare la dispersione sul piano viabile.

L'Appaltatore è tenuto a effettuare tutte le cure alle colture, sia da lui stesso messe a dimora, sia che già fossero presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva.

Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del Codice civile, senza che possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

IX) Georeti in juta antierosione

Nei terreni particolarmente delicati, soggetti ad erosione causata dal vento e dalla pioggia, nei quali occorre ricostituire il manto vegetativo, l'Appaltatore metterà in opera un telo di juta ininflammabile, le cui funzioni sono di proteggere il terreno dal dilavamento e dalla evaporazione eccessiva, mantenendo più a lungo condizioni ambientali favorevoli all'attecchimento di specie erbacee precedentemente seminate.

Prima della stesa della rete la superficie dovrà essere liberata da pietre, rami e materiali d'ingombro, e andranno regolarizzate le buche e le sporgenze; nella parte a monte della superficie da proteggere andrà scavato un solco di cm 20x30, in cui sotterrare le estremità della rete, ripiegate per cm 20. La rete andrà tenuta molle sul terreno durante lo srotolamento, con sormonti tra i teli di cm 10.

La rete andrà fissata al terreno con chiodi ad U in ferro dolce di diametro 3-5 mm, infissi nel terreno lungo le giunzioni a distanza di 1 m.

Art. 41

Segnaletica orizzontale

Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996;
- Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;
- Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/97.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (*dichiarazione di impegno*).

La ditta che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente Capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all'impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (*dichiarazione di conformità*).

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata.

Il Direttore dei Lavori potrà chiedere, in qualsiasi momento all'Appaltatore la presentazione del "certificato di qualità", rilasciato da un laboratorio ufficiale, inerente alle caratteristiche principali della vernice impiegata.

A) CONDIZIONI DI STABILITÀ

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben mancinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/Kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25 °C (ASTM D 1473).

B) CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno aver forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a ph 5÷5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

	Setaccio A.S.T.M	% in peso
Perline passanti per il setaccio	n. 70	100
Perline passanti per il setaccio	n. 140	15 - 55
Perline passanti per il setaccio	n. 230	0 - 10

C) IDONEITÀ DI APPLICAZIONE

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

D) QUANTITÀ DI VERNICE DA IMPIEGARE E TEMPO DI ESSICCAMENTO

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a Kg 0,120 per metro lineare di striscia larga cm 12, mentre per la striscia larga cm 15 non dovrà essere inferiore a Kg 0,150 e di Kg 1,00 per superfici variabili di mq 1,0 e 1,2. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 °C e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

E) VISCOSITÀ

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo stornmer viscosimeter a 25 °C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562). La vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

F) COLORE

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

G) RESIDUO

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

H) CONTENUTO DI PIGMENTO

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

I) RESISTENZA AI LUBRIFICANTI E CARBURANTI

La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

L) PROVA DI RUGOSITÀ SU STRADA

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

M) DILUENTE

Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. 245 del 6/3/1963 ovvero privo di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoiolo e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopraccitata legge.

Art. 42
Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare per spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. **Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.**

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei lavori con sufficiente preavviso.

Art. 43
Movimento di materia - Scavi e rilevati

Il volume degli scavi e dei rilevati e relative scarpate e pertinenze secondo le prescrizioni del progetto o di spostamenti eventuali ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori, verrà determinato col metodo geometrico delle sezioni raggugliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, salvo la facoltà all'Impresa ed alla Direzione dei lavori di interporre altre o aumentarne il numero per meglio adattare alla configurazione dei terreni. All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione Lavori la verifica delle sezioni trasversali e relative quote dello stato di fatto. Sulla scorta di tale rilievo e di quelli da effettuarsi ad opera terminata, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà computato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la realizzazione dell'opera. **Non sono contemplate misurazioni dei volumi su camion ma solo in sito in condizioni indisturbate.**

A) PREPARAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

La preparazione dei piani di posa dei rilevati, eseguiti sulla base dei dati progettuali, salvo diversa indicazione impartita per iscritto dalla Direzione Lavori, verrà computata per il volume di scavo rispetto al piano di campagna come scavo di sbancamento.

Solo nel caso di scavi di scoticamento, fino ad una profondità media di cm 20 dal piano di campagna, tale onere si intende già compreso nel prezzo riguardante la formazione di rilevati. Pertanto, solo nei casi di una eventuale bonifica del piano di posa oltre lo spessore medio di 20 cm per la rimozione del terreno vegetale, tale maggiore scavo ed il relativo riempimento in materiale idoneo da rilevato verranno compensati a parte con le rispettive voci di elenco.

B) PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE IN TRINCEA

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo a metro cubo dello scavo di sbancamento.

La compattazione meccanica dei piani di posa nei tratti in trincea (sottofondo) verrà compensata a metro quadrato di superficie effettivamente trattata. Con le voci di elenco relative alla preparazione del piano di posa della fondazione stradale nei tratti in trincea si intendono compensati tutti gli oneri previsti nelle specifiche "Movimenti di terre", per ottenere la densità ed il modulo di compressibilità prescritti.

Se, in relazione alle caratteristiche del terreno costituente il piano di posa della sovrastruttura, la Direzione dei lavori ordinasse la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una determinata profondità al di sotto del piano del cassonetto, lo scavo sarà pagato con il prezzo dello scavo di sbancamento ed il materiale arido con il relativo prezzo d'elenco.

C) SCAVI DI SBANCAMENTO, DI FONDAZIONE E A SEZIONE RISTRETTA (TUBAZIONI)

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà del Committente. L'Impresa appaltatrice potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, nei limiti previsti per l'esecuzione dei lavori e per quelle lavorazioni di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti da scavi.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

La larghezza della sezione di scavo (in particolar modo nella posa delle tubazioni in genere) è da intendersi convenzionale e vincolante, secondo le tabelle allegate ai progetti e non sarà oggetto di nessuna misurazione. L'impresa non potrà quindi pretendere nulla a seguito dell'utilizzo di un sistema escavante non idoneo (benna troppo grande o troppo piccola) né nel caso debba incrementare la larghezza di scavo in caso di franamento, qualora non abbia impiegato le idonee sbadacchiature. Pertanto, quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Impresa dovrà, a sue spese, rimettere in sito le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo agli scavi in genere, da eseguirsi con le modalità prescritte agli artt. "Movimenti di terre", comprende tra gli oneri particolari: il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione Lavori; lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza; la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia; gli esaurimenti d'acqua negli scavi di sbancamento.

Qualora per la qualità del terreno, o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare e armare le pareti degli scavi, l'Impresa dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti.

Nel caso degli scavi in terra, solo i trovanti rocciosi o fondazioni di murature aventi singolo volume superiore a 1 mc, se rotti, verranno compensati con i relativi prezzi d'elenco ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi in terra.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle murature di fondazione per la loro profondità, misurate a partire dal piano dello scavo di sbancamento. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'elenco prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e sovrapprezzo. Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei e compensati con il relativo sovrapprezzo, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm. 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque. Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito.

Per i materiali non ritenuti idonei dalla Direzione Lavori per la formazione di rilevati, dovranno essere redatti i relativi verbali di accertamento al fine di determinare la quantità che entrerà a far parte del computo del volume di materiali di cui al successivo punto E).

D) RILEVATI

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento verrà computata rispetto al piano di campagna senza tenere conto né dello scavo di scoticamento, per una profondità media di cm 20; né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei cedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del costipamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione Lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato, e l'Impresa, se ordinato dalla Direzione Lavori, rimuoverà, a cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione Lavori.

I prezzi relativi ai rilevati saranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra.

L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista dagli artt. "Movimenti di terre" per il loro reimpiego a rilevato, è compreso e compensato con i relativi prezzi dello scavo di sbancamento, allo scavo di fondazione in roccia da mina ed allo scavo in galleria.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto della Direzione Lavori, potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A₁

(classifica C.N.R. – U.N.I. 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Pertanto nella formazione dei rilevati compensati a metro cubo, sono compresi i seguenti oneri: lo scoticamento (fino a 20 cm dal piano di campagna), la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaie, il prelievo e il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica tale da garantire il raggiungimento delle specifiche riportate negli artt. "Movimenti di terre", le bagnature, i necessari scarichi, la sistemazione delle scarpate e il loro rivestimento con terreno vegetale dello spessore di 30 cm, la profilatura dei cigli e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

E) RILEVATI CON MATERIALI PROVENIENTI DA CAVE DI PRESTITO

Il volume V di materiali provenienti da cava di prestito sarà dedotto convenzionalmente in base al seguente conteggio:

$$V = Vr - Vs - Asr \times 0,20 + Vmu$$

dove:

- Vr: volume totale dei rilevati e dei riempimenti (compresi quelli occorrenti per il piano di posa dei rilevati e delle trincee) per l'intera lunghezza del lotto o tratto di strada;
- Vs: volume degli scavi di sbancamento, di fondazione ed in galleria, per le quantità ritenute utilizzabili dalla Direzione Lavori per il reimpiego in rilevato od in riempimento;
- Asr: area della sistemazione dei piani di posa dei rilevati;
- Vmu: volume dei materiali (pietrame, misti granulari, detriti di cava, sabbia, ecc.) utilizzati per altri lavori come detto al punto C), 1° capoverso.

Soltanto al volume V così ricavato sarà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali idonei da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

Qualora l'Impresa, per la formazione dei rilevati, ritenga di sua convenienza portare a rifiuto materiali provenienti dagli scavi della sede stradale, e riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori, sostituendoli con materiali provenienti da cave di prestito, per il volume corrispondente a questi ultimi non verrà applicato il prezzo relativo alla fornitura di materiali provenienti da cave di prestito per la formazione dei rilevati.

Art. 44

Palificazione di fondazione

PALI IN C.A. TRIVELLATI E GETTATI IN OPERA

Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo al metro lineare comprende pure l'onere della fornitura ed il getto del calcestruzzo con le caratteristiche indicate negli elaborati esecutivi, ed il suo costipamento con mezzi idonei, la posa in opera dell'armatura metallica, rasatura delle teste, l'eventuale foratura a vuoto del terreno e le prove di carico che saranno ordinate dalla Direzione dei lavori con le modalità previste dalle normative vigenti.

Mentre l'onere per l'infissione del tubo forma, il ritiro graduale del tubo forma, come rivestimento provvisorio, da realizzarsi con la posa in opera, ove occorre, per il contenimento del getto nella parte in acqua, verrà riconosciuto con un'apposita voce sull'elenco prezzi e il compenso sarà misurato a cm di diametro del palo e per metro di lunghezza di posa effettiva del rivestimento provvisorio.

Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà determinata dalla quota di posa del plinto o trave di coronamento alla quota di massima infissione del tubo forma.

Nei prezzi di tutti i pali trivellati eseguiti in opera, sia di piccolo che di grande diametro, è sempre compreso l'onere dell'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

Art. 45

Murature in genere e conglomerati cementizi

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore o uguale a 0,20 mc ciascuno.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, classe ambientale, diametro massimo dell'inerte e classe

di consistenza, prescritti secondo gli elaborati progettuali oppure ordinati per iscritto dalla Direzione dei lavori.

Nel caso che dalle prove risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche e di durabilità dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrata; altrimenti l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere alla demolizione e conseguente rifacimento delle parti contestate.

Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in sede di gara.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare: la fornitura a piè d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, **i ponteggi**, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticali (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali. In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione Lavori.

Art. 46

Casseformi

Le casseformi saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Art. 47

Acciaio per strutture in c.a.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione Lavori, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità difformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi geometrici analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature, risvolti e uncinature) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a 7800 Kg/m^3 . **Nel caso di sezioni tipo di muri o manufatti simili la determinazione dei quantitativi di ferro d'armatura verrà effettuata mediante l'applicazione dell'incidenza (Kg/m^3) determinata in sede di progettazione e indicata sulle tavole progettuali, senza che l'impresa possa pretendere misurazioni analitiche di altro tipo.**

Art. 48

Manufatti in acciaio

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi sono applicati al peso effettivamente posto in opera in sede delle lavorazioni, che sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.

I prezzi relativi comprendono:

– la fornitura, la posa in opera, la esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

Art. 49

Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio

CANALETTE DI SCARICO ACQUE PIOVANE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA

Le canalette, cunette e fossi di guardia realizzati in conglomerato cementizio, da utilizzarsi per lo scarico delle acque piovane, secondo il tipo prescritto dalle voci dell'elenco prezzi, verranno valutate a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sulla linea d'asse.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a piè d'opera del materiale, costipamento del terreno d'appoggio, preparazione del piano di posa mediante stesa di materiale arido fine o sabbia, la posa in opera degli elementi previo accurato allineamento, l'eventuale bloccaggio degli elementi mediante paletti, il rinfianco laterale in calcestruzzo magro per uno spessore minimo di 10 cm, la sigillatura in malta cementizia dei giunti, la regolarizzazione delle sponde su ciascun lato con pendenza verso il canale, la manodopera, attrezzature e macchinari indispensabili per la posa in opera e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Art. 50

Telo "geotessile"

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione e dalla grammatura del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di elenco ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni fino a 100 cm e ancoraggi sia provvisori che definitivi.

Art. 51

Gabbionate

Le gabbionate saranno compensate a metro cubo, tale valore sarà calcolato dalla somma dei singoli volumi delle gabbie metalliche effettivamente posate in opera, considerando le dimensioni originarie di fabbricazione.

Nel prezzo per la formazione della gabbionata sono compresi:

- fornitura a piè d'opera e posa in opera di gabbioni a scatola nelle misure prescritte dagli elaborati progettuali con filo di ferro zincato a doppia torsione di diametro 3,0 mm e maglia della rete pari a 8x10 cm, e peso minimo di ogni singolo gabbione rispettivamente pari a:
- 14,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m, senza diaframmi;
- 15,30 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x0,5 m, con diaframmi;
- 19,50 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m, senza diaframmi;
- 21,40 Kg per gabbioni di dimensioni 2x1x1 m, con diaframmi;
- 26,80 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m, senza diaframmi;
- 30,00 Kg per gabbioni di dimensioni 3x1x1 m, con diaframmi;
- 16,50 Kg per gabbioni di dimensioni 1,5x1x1 m, senza diaframmi; la Direzione dei lavori potrà fare degli accertamenti mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campione;
- fornitura e realizzazione a piè d'opera di punti metallici zincati per cuciture, messa in opera dei tiranti di diametro 4 mm e ogni altro onere per le legature;
- fornitura e messa in opera del materiale di riempimento con pietrisco di pezzatura 10-15 cm e peso in volume pari a 2500 Kg/mc, e porosità massima dopo la messa in opera pari a 0,30;
- fornitura e posa in opera del paramento esterno eseguito con blocchi pieni in calcestruzzo o in blocchi di tufo;
- e tutto quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

I gabbioni dovranno inoltre rispondere alle prescrizioni della Circ. n. 2078 del 27/8/1962 del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Art. 52

Sovrastruttura stradale (massicciata)

A) FONDAZIONE E STRATO DI BASE

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica e lo strato di base, da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati per volume a metro cubo di materiale steso in opera ed a costipamento ultimato.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione e di base sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) FONDAZIONE

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, sarà valutato a peso, risultante dal lordo e dalla tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

Qualora il materiale in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica venga computato per volume a metro cubo su autocarro, il relativo computo dei volumi dovrà risultare da appositi verbali in cui si evidenzia il volume dei cassoni degli autocarri e dei relativi cali dati da personale autorizzato dell'Amministrazione appaltante. La Direzione Lavori, a sua insindacabile descrizione, potrà computare il volume del misto granulometrico su autocarro riferendosi al peso del materiale e dal peso in volume medio su autocarro risultante da apposito verbale di misurazione.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei Lavori.

Inoltre sarà a discrezione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale di sorveglianza le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del misto granulometrico, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Art. 53

Conglomerati bituminosi

A) STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso si compensa a peso su autocarro]

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesi pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei Lavori.

Inoltre sarà a discrezione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono

compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso per il tappeto di usura si compensa al metro quadrato per spessore finito, ovvero a mqxcm]

I conglomerati bituminosi, per il tappeto di usura, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei Lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero si dovrà procedere al prelievo di carote (in numero pari a 3 o 4 ed il cui onere sarà a totale carico dell'impresa appaltatrice) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicati, a insindacabile giudizio dalla Direzione Lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto i 2 cm, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al 95 % nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione Lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione Lavori;
- gli scostamenti maggiori di quelli sopra indicati, quando non risultino incompatibili con la buona riuscita dell'opera, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, daranno luogo a proporzionali detrazioni sull'importo complessivo dei lavori, da effettuarsi in sede contabile dei lavori o sul conto finale.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Art. 54

Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, verrà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a 3 ml, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco.

Resta stabilito che nelle voci di elenco sono comprese:

– la fornitura e posa in opera di barriere rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzioni di spartitraffico centrale, complete di ogni elemento costruttivo quali: sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminali e di raccordo, dispositivi rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi, formazione di fori sulle opere d'arte e quant'altra lavorazione occorra e tutti i relativi oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera del tipo corrispondente alla classe indicata nell'elenco prezzi, come previsto dal D.M. LL.PP. del 3/6/1998.

Art. 55

Terre rinforzate

A) SISTEMA CON ELEMENTI A PARAMENTO IN GABBIONI E RETE METALLICA

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera degli elementi in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 in filo a forte zincatura e plastificato di diametro 2,7 mm interno e 3,7 mm esterno, provvisti di barrette metalliche a forte zincatura e plastificate di diametro 3,4 mm interno e 4,4 mm esterno, inserite a cerniera in corrispondenza degli spigoli esterni della struttura;
- fornitura e posa in opera di punti metallici in acciaio inossidabile per cuciture;
- fornitura e posa in opera di materiale per riempimento del paramento esterno con elementi litoidi di caratteristiche adeguate, come dalle prescrizioni tecniche, compreso un 20% di sfrido;
- fornitura e posa in opera di adeguato geosintetico separatore-ritentore di fini, posto in opera adeguatamente come interfaccia tra paramento e rilevato strutturale;
- e tutto quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

B) TERRE RINFORZATE CON LE GEOGRIGLIE IN HDPE

Nel prezzo al metro quadro di superficie in vista (ovvero per superficie verticale del paramento) ci sono comprese tutte le seguenti lavorazioni:

- fornitura e posa in opera delle geogriglie secondo le modalità e nelle misure previste dagli elaborati progettuali o dagli ordinativi della Direzione Lavori;
- ancoraggi al terreno della geogriglia con opportuni ferri sagomati ad U;
- fornitura e posa in opera, in facciata, di un cassero guida e di appoggio a perdere, realizzato mediante pigiatura meccanica di una rete elettrosaldada di maglia 15x15 cm con F 8 mm, corredati di opportuni tiranti uncinati che garantiscono la stabilità geometrica dei casseri stessi, anche durante la compattazione del terreno;
- fornitura e posa in opera all'interno del risvolto in facciata della geogriglia di una stuoia in fibre vegetali avente la funzione di protezione della facciata dall'azione erosiva esterna;
- risvolti e posizionamento dei relativi ancoraggi al terreno della geogriglia nella parte di facciata;
- e tutto quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Art. 56

Segnaletica orizzontale

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare una o più squadre e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione Lavori il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto piano alla Direzione dei lavori per la necessaria approvazione.

La Direzione dei lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di modificare in qualsiasi momento il piano di lavoro predisposto dall'Impresa, individuare lungo le strade tutti i passi carrai privati esistenti ed assicurare la possibilità di accedervi con svolta a sinistra, interrompendo la eventuale linea assiale continua con tratteggi aventi piccolissima modulazione pari a cm 100 di pieno e cm 100 di intervallo.

Per quanto concerne l'applicazione delle strisce assiali lungo le strade a due corsie a doppio senso di marcia, si dovranno osservare rigorosamente le indicazioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori, nonché le norme contenute nel D. Lgs. 30/4/1992, n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16/12/1992, n. 495 e succ. mod.

La misurazione delle segnalazioni orizzontali sarà effettuata al metro lineare di vernice effettivamente posata per strisce bianche o gialle della larghezza di cm 12 o cm 15.

In corrispondenza di accessi privati o di piccola strada poderale, dove l'eventuale striscia continua sarà eseguita a tratteggio di piccolissima modulazione, sarà computata vuoto per pieno solo nel caso di estensione totale minore o uguale ai 10 ml.

La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettiva per linee aventi larghezza superiore a cm 15.

Per gli attraversamenti pedonali, per le zebraure e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che inscrive ogni singola lettera che compone la scritta.

Per le frecce e la parte di asta rettilinea o curva verrà calcolata a metro lineare se formata da striscia di cm 12/15, a metro quadrato se formata da striscia superiore a cm 15, la parte della punta triangolare verrà computata con il prezzo a metro quadrato di superficie effettiva eseguita.

Art. 57

Ripristino corticale di strutture portanti in c.a.

a) Trattamento passivante dell'armatura in acciaio

Il trattamento passivante dell'armatura in acciaio sarà quantificato e pagato al metro quadrato di superficie effettivamente trattata, comprendente le armature metalliche e la superficie di calcestruzzo intermedio tra una barra e l'altra. Nel prezzo di elenco sono compresi tutti gli oneri per la fornitura dei materiali, della preparazione e posa in opera, degli sfridi, della preparazione del fondo di posa e della manodopera.

b) Trattamento anticarbonatazione delle superfici in c.a.

Il trattamento anticarbonatazione sarà quantificato e pagato con lo stesso criterio di cui al punto a).

c) Ricostruzione di strutture in c.a. su superfici verticali o orizzontali

Per quanto riguarda invece la ricostruzione di strutture in c.a., si suddivide nei 2 possibili casi:

CASO 1 – SUPERFICI PIANE: si quantifica al mq di superficie effettivamente ricostruita ;

CASO 2 – SUPERFICI A SPIGOLO: si quantifica la superficie effettivamente ricostruita considerata come somma delle superfici proiettate sui piani orizzontali e verticali o comunque rispetto ai piani finiti dell'opera in c.a. Inoltre sono compresi nel prezzo gli ulteriori oneri per l'eventuale impiego di casserature, gli spessori di malta necessari al corretto ripristino, la risagomatura di spigoli o superfici curve.

d) Strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate

Lo strato di finitura delle superfici in c.a. sarà quantificato e pagato con lo stesso criterio di cui al punto c).

e) Impermeabilizzazione

L'impermeabilizzazione delle superfici in c.a. sarà quantificata e pagata al metro quadrato di superficie effettivamente trattata, come al punto c). Nel prezzo di elenco sono compresi tutti gli oneri per la preparazione del fondo, la fornitura dei materiali, la preparazione e posa in opera degli sfridi e la manodopera.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di effettuare controlli durante le varie fasi lavorative, prelevando campioni di prodotti utilizzati per verificare la corrispondenza delle caratteristiche tecniche richieste, mediante prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta appaltatrice.

Milano, 20 Maggio 2020

(*Il Progettista*)

L'Appaltatore

(*Il Rappresentante Legale*)

All. A

Specifiche pavimentazioni – opere a verde – Arredi

Pavimentazioni

- Calcestruzzo drenante
 - Asfalto
- Pavimentazione in beola
- Pavimentazione antitrauma

Calcestruzzo drenante



Calcestruzzo drenante costituito da una miscela in conglomerato cementizio contenente inerti, acqua, cemento e additivi, appositamente studiata per applicazioni stradali e compatibile con la sovrapposizione di strati in conglomerato bituminoso. Saranno impiegati aggregati conformi alla UNI EN 12620:2003, e aventi i seguenti requisiti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 31,5 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2:1999) non superiore a 30% in peso;
- equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) compreso fra 30 e 60%;
- gelività degli aggregati (UNI EN 1367:2001) con perdita in massa inferiore a 4%.

I cementi utilizzati nel conglomerato dovranno essere provvisti di marcatura CE secondo UNI EN 197-1:2007.



Asfalto



Formazione di pavimentazione in asfalto carrabile, conforme alla normativa UNI EN 13108-6:2006, per aree di sosta e per strade a lento scorrimento o controviali spessore cm 2,5 con spargimento superficiale di graniglia nera. La miscela è ottenuta attraverso mescolamento a caldo di inerti e filler con l'aggiunta di bitume con penetrazione 35/50, dosaggio minimo 8% su miscela, miscelato con bitumi naturali a bassa penetrazione o modificati comprese le difese delle aree di lavoro, la pulizia del fondo ed ogni altro onere relativo.

Pavimentazione in beola



Pavimentazione in beola, in lastre a spacco naturale di cava di forma rettangolare, spessore 4 - 6 cm, dimensioni fino a 70 x 35 con coste rifilate di fresa.

Pavimentazione antitrauma



Pavimentazione antitrauma elastica, drenante, antiscivolo, atossica, resistente al fuoco conforme alla normativa UNI/EN 1177, dello spessore totale di 63 mm.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere conformi alla normativa EN71, parte 3a, relativa alla atossicità degli elementi utilizzati.

Opere a verde

- Specie arboree
- Specie arbustive
- Specie erbacee

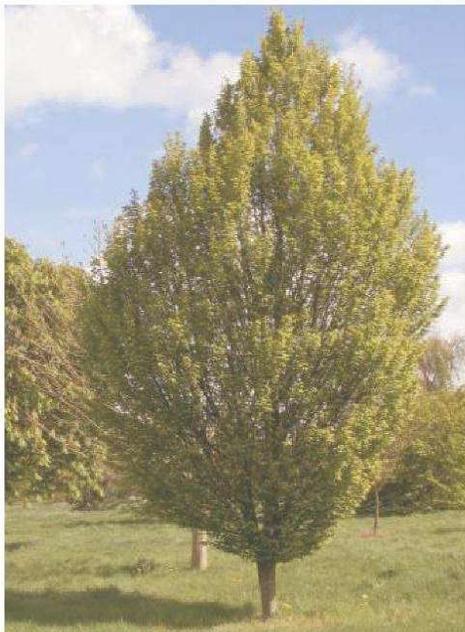
Specie arboree

Acer spp.



Piante latifoglie con zolla.
Messa a dimora in gruppo, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.
Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.
Di circonferenza: 26 ÷ 30 cm.

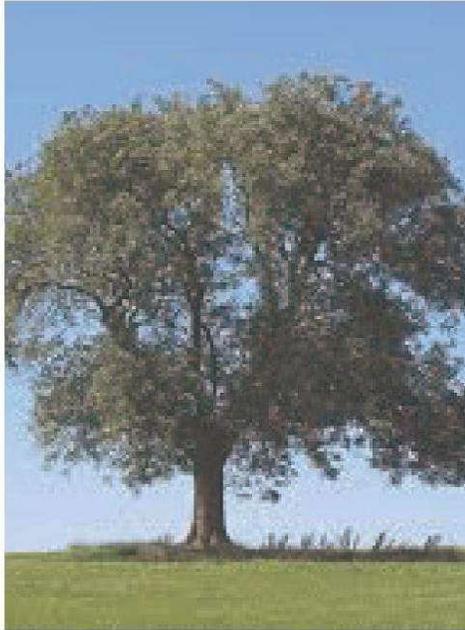
Carpinus betulus



Piante latifoglie con zolla.
Messa a dimora in gruppo e a filare, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.
Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.
Di circonferenza: 26 ÷ 30 cm.

Specie arboree

Fraxinus excelsior



Piante latifoglie con zolla. Messa a dimora in gruppo e a filare, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.

Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.

Di circonferenza: 26 + 30 cm.

Platanus acerifolia (altezza impalcato: 2,5 m)



Messe a dimora in filare con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.

Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.

Altezza impalcato: 2,5 m
Di circonferenza: 26 + 30 cm.

Specie arboree

Populus alba



Piante latifoglie con zolla. Messa a dimora in gruppo e a filare, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua. Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato. Di circonferenza: 26 ÷ 30 cm.

Populus nigra



Piante latifoglie con zolla. Messa a dimora in gruppo e a filare, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua. Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato. Di circonferenza: 26 ÷ 30 cm.

Specie arboree

Prunus avium



Piante latifoglie con zolla. Messa a dimora in gruppo, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua. Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato. Di circonferenza: 26 + 30 cm.

Quercus robur



Piante latifoglie con zolla. Messa a dimora in gruppo, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua. Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato. Di circonferenza: 26 + 30 cm.

Specie arboree

Tilia cordata



Piante latifoglie con zolla.
Messa a dimora in gruppo, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.
Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.
Di circonferenza: 26 + 30 cm.

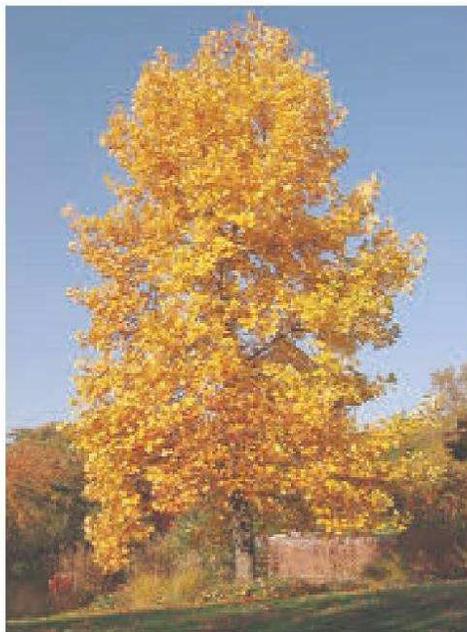
Ulmus resista sapporo gold



Piante latifoglie con zolla.
Messa a dimora in filare, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.
Con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato.
Di circonferenza: 21 + 25 cm.

Specie arboree

Liriodendron tulipifera



Piante latifoglie con zolla, con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben formate, senza capitozzature, lesioni al tronco e pane di terra con apparato radicale ben sviluppato. Messe a dimora in gruppo, con scavo, piantumazione, rinterro, formazione di tornello, fornitura e distribuzione di concimi o ammendanti 50 l/pianta, bagnatura con 150-200 l di acqua.
Di circonferenza: 26 ÷ 30 cm.

Specie arbustive

Cornus sanguinea



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. In vaso di diametro 24 cm.

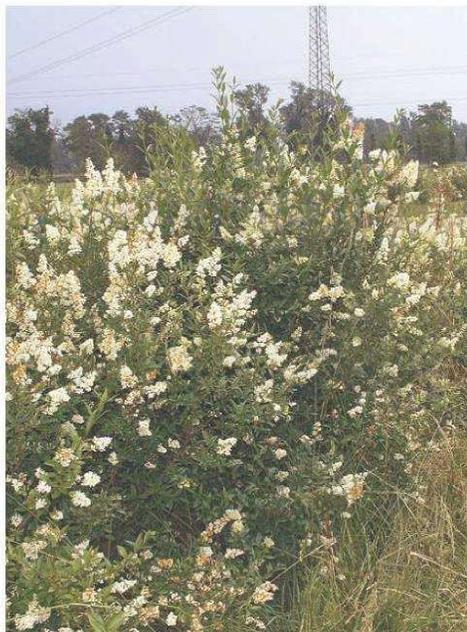
Euonymus europaeus



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. In vaso di diametro 32 cm.

Specie arbustive

Ligustrum vulgare



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. In vaso di diametro 24 cm.

Viburnum opulus



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. In vaso di diametro 32 cm.

Specie erbacee

Agapanthus umbellatus 'Albus'



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, forniture e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 9 ÷ 12 cm.

Echinacea purpurea



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, forniture e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 9 ÷ 12 cm.

Specie erbacee

Lonicera caprifolium



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 24 cm.

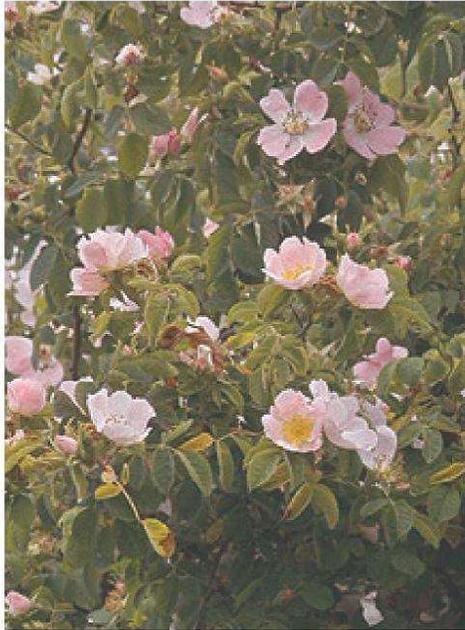
Liriope muscari



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 9 ÷ 12 cm.

Specie erbacee

Rosa canina



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 9 cm.

Stipa tenuissima



Le piante dovranno essere con garanzia d'uso, di pronto effetto, prive di malattie, ben accestite e con apparato radicale ben sviluppato; messa a dimora con formazione di buca adeguata, piantumazione, rinterro, fornitura e distribuzione di ammendante organico 30 l/m², bagnatura con 30 l/m² di acqua. Diametro vaso: 9 ÷ 12 cm.

Arredi

- Sedute
- Giochi per bambini
 - Portarifiuti
- Pali illuminazione

** Sono di seguito suggeriti degli arredi simili a quelli individuati dal Comune di Milano nel "Manuale operativo per l'arredo urbano"*

Sedute



Sedute realizzate attraverso murature armate in conglomerato cementizio, entro e fuori terra, realizzate mediante getto, con l'ausilio di gru o qualsiasi altro mezzo di movimentazione, di calcestruzzo confezionato in impianto di betonaggio, con inerti ad assortimento granulometrico adeguato alla particolare destinazione del getto e diametro massimo degli stessi pari a 31,5 mm, per spessori non inferiori a

17 cm, compresa la vibratura, esclusi ferro e casseri; resistenza - C25/30 - esposizione XC1 o XC2 - consistenza S3.



Giochi per bambini



La pavimentazione antitrauma è una componente essenziale delle aree gioco, perché garantisce la sicurezza anticaduta e antiscivolo, e ne definisce lo spazio, costituendo essa stessa – con colori, decorazioni e rilievi – una forte attrattiva.

Portarifiuti



Cestino in lamiera d'acciaio con coperchio in lamiera con foro centrale per l'alloggiamento del posacenere. La struttura esterna è dotata di due fori contrapposti per l'introduzione dei rifiuti. Il coperchio, apribile, è dotato di serratura a scatto brevettata da Metalco. Disponibile in forma cilindrica, quadrangolare e per fissaggio a palo esistente.
Finitura: acciaio corten
Capacità: CP 70 / 95 LT

Pali illuminazione



Sistema di illuminazione con lampada a LED costituito da vano ottico e palo. Il vano ottico verrà realizzato in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, e sottoposto a un processo di pretrattamento multi step, in cui le fasi principali sono sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nanostrutturato ai silani).