

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

R 3 1

D

g

0 0 1

OV

- -

R 0

===

OPERE SOSTITUTIVE P.L. DI VIA TRIESTE IN COMUNE DI ERBA  
OPERE DI COMPETENZA FERROVIENORD  
*Progetto Definitivo*

Capitolato speciale di appalto - Opere civili e strutturali

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	OTT. 2025	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

**NORD\_ING Srl**  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>OPERE STRUTTURALI.....</b>	<b>7</b>
1.1	OGGETTO DELL'APPALTO .....	7
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>9</b>
2.1	PREMESSA .....	9
2.2	NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	9
2.2.1	Opere strutturali .....	9
2.2.2	Calcestruzzo .....	10
2.2.3	Acciaio per uso strutturale.....	12
2.2.4	Aggregati .....	14
2.2.5	Direttive comunitarie.....	15
<b>3</b>	<b>REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....</b>	<b>16</b>
3.1	PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI .....	16
3.2	ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI .....	16
3.2.1	Marcatura CE e dichiarazione di prestazione (DOP).....	17
3.2.2	Campionature dei materiali e dei manufatti .....	18
3.3	PROVE E CONTROLLI.....	18
3.3.1	Accertamenti preventivi.....	18
3.3.2	Prove e controlli in fase esecutiva.....	19
3.4	CUSTODIA DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI .....	19
3.5	CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIALI .....	19
3.5.1	Aggregati .....	19
3.5.2	Acqua .....	20
3.5.3	Leganti in genere .....	20
3.5.4	Calci.....	20
3.5.5	Cementi e agglomerati cementizi .....	20
3.5.6	Leganti idraulici speciali.....	21
3.5.7	Aggiunte.....	21
3.5.8	Additivi.....	22
3.5.9	Miscele preconfezionate di componenti per il calcestruzzo.....	22
3.5.10	Armature per opere in calcestruzzo .....	22
3.5.11	Acciaio in fili lisci o nervati.....	23
3.5.12	Malte e calcestruzzi cementizi .....	23
3.5.13	Acciai per strutture metalliche.....	23
3.5.14	Bulloni per carpenteria metallica.....	24
3.5.15	Profilati, barre e larghi piatti di uso generale .....	24
3.5.16	Materiali diversi .....	24
<b>4</b>	<b>OPERE DI SCAVO.....</b>	<b>25</b>
4.1	DEFINIZIONE DEL LAVORO.....	25
4.2	PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE .....	25
4.2.1	Gestione dei materiali di scavo.....	26
4.2.2	Discariche normali e speciali.....	26
4.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	27

4.3.1	<i>Terre e aggregati</i>	27
4.3.2	<i>Strati di separazione</i>	27
4.4	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE E COLLAUDO	28
4.5	PROVE DI CONTROLLO DEI MATERIALI E DELLE OPERE	28
4.6	MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE	29
4.6.1	<i>Prove relative al grado di compattazione</i>	29
4.6.2	<i>Prove di carico su piastra</i>	29
4.7	CRITERI DI MISURAZIONE	30
4.7.1	<i>Scavi e rinterri</i>	30
4.7.2	<i>Sottofondi e rilevati</i>	30
4.8	MODALITÀ DI ESECUZIONE	31
4.8.1	<i>Scarifica superficiale</i>	31
4.8.2	<i>Tracciamenti</i>	31
4.8.3	<i>Scavi di sbancamento generale</i>	31
4.8.4	<i>Scavi a sezione obbligata</i>	31
4.8.5	<i>Opere di sostegno</i>	32
4.8.6	<i>Aggottamenti</i>	32
4.8.7	<i>Preparazione del piano di posa</i>	32
4.8.8	<i>Bonifiche del piano di posa</i>	32
4.8.9	<i>Riempimenti e sottofondi</i>	33
4.8.10	<i>Costipamento</i>	33
<b>5</b>	<b>PALANCOLE PROVVISORIE</b>	<b>34</b>
5.1	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	34
5.1.1	<i>Certificazioni prodotti</i>	34
5.1.2	<i>Tolleranze delle palancole</i>	34
5.2	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE	35
5.2.1	<i>Tolleranze di esecuzione</i>	35
5.2.2	<i>Controlli in fase esecutiva</i>	35
5.3	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI	35
5.3.1	<i>Acciaio S 355 GP</i>	35
5.4	MODALITÀ ESECUTIVE	35
5.4.1	<i>Preparazione dei piani di lavoro</i>	36
5.4.2	<i>Attrezzature</i>	36
5.4.3	<i>Infissione</i>	37
<b>6</b>	<b>MICROPALI</b>	<b>38</b>
6.1	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	38
6.1.1	<i>Certificazioni prodotti</i>	38
6.2	TRACCIAMENTO	38
6.3	MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE	38
6.4	MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE	39
6.5	CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA SU MICROPALI	39
6.6	MATERIALI DA UTILIZZARE	40
6.6.1	<i>Armature tubolari</i>	40
6.6.2	<i>Malte e miscele cementizie</i>	41

6.7	DEMOLIZIONI.....	42
<b>7</b>	<b>OPERE DI CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA.....</b>	<b>43</b>
7.1	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	43
7.1.1	<i>Aggregati per calcestruzzi.....</i>	43
7.1.2	<i>Aggregati di riciclo.....</i>	43
7.1.3	<i>Acciaio e armature.....</i>	43
7.1.4	<i>Conglomerato cementizio.....</i>	45
7.1.5	<i>Calcestruzzo preconfezionato.....</i>	46
7.2	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE.....	46
7.2.1	<i>Controlli e prove sugli aggregati.....</i>	46
7.2.2	<i>Controlli e prove sul calcestruzzo.....</i>	47
7.2.3	<i>Valutazione preliminare della resistenza.....</i>	47
7.2.4	<i>Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo tipo SCC.....</i>	48
7.2.5	<i>Controlli di accettazione.....</i>	49
7.2.6	<i>Controlli in corso d'opera.....</i>	49
7.2.7	<i>Controlli in corso d'opera per calcestruzzo SCC.....</i>	49
7.2.8	<i>Controlli dell'acciaio per armature.....</i>	50
7.3	PROVE SUI MATERIALI.....	50
7.3.1	<i>Provini preliminari.....</i>	50
7.3.2	<i>Prelievo dei campioni.....</i>	51
7.3.3	<i>Prove sul calcestruzzo autocompattante SCC.....</i>	52
7.3.4	<i>Prove sull'acciaio per armature.....</i>	52
7.4	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	53
7.4.1	<i>Controlli supplementari della resistenza a compressione.....</i>	53
7.5	COLLAUDO.....	54
7.6	MODALITA' DI MISURAZIONE.....	55
7.7	TOLLERANZE DIMENSIONALI.....	55
7.8	MODALITA' DI ESECUZIONE OPERE IN CALCESTRUZZO.....	56
<b>8</b>	<b>CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE</b>	<b>61</b>
<b>9</b>	<b>OPERE IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO.....</b>	<b>62</b>
9.1	PRESCRIZIONI REALTIVE ALLA FORNITURA E AI REQUISITI TECNICI.....	62
9.1.1	<i>Modalità di fornitura.....</i>	62
9.1.2	<i>Documentazioni di accompagnamento.....</i>	63
9.1.3	<i>Requisiti di accettazione dei materiali.....</i>	64
9.1.4	<i>Collaudo.....</i>	64
9.1.5	<i>Tolleranze dimensionali.....</i>	64
9.1.6	<i>Tolleranze di posa.....</i>	65
9.1.7	<i>Prescrizioni generali per opere di montaggio.....</i>	65
<b>10</b>	<b>OPERE IN CARPENTERIA METALLICA.....</b>	<b>67</b>
10.1	PRESCRIZIONI GENERALI.....	67
10.2	REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	68
10.3	CERTIFICAZIONI.....	69
10.3.1	<i>Certificazioni prodotti.....</i>	69
10.3.2	<i>Certificazioni elementi strutturali.....</i>	69

10.4	COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI .....	70
10.4.1	<i>Prove sui materiali</i> .....	70
10.4.2	<i>Prove sulle saldature</i> .....	71
10.5	CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE .....	71
10.6	COLLAUDO .....	72
10.7	TOLLERANZE .....	72
10.8	NORME DI MISURAZIONE .....	73
10.9	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	73
10.9.1	<i>Acciaio</i> .....	73
10.9.2	<i>Malta cementizia espansiva</i> .....	73
10.9.3	<i>Resine per inghisaggi</i> .....	73
10.10	DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA .....	74
10.10.1	<i>Identificazione degli elementi</i> .....	74
10.10.2	<i>Controllo in cantiere</i> .....	74
10.10.3	<i>Lavorazioni in officina</i> .....	75
10.10.4	<i>Tagli e finiture</i> .....	75
10.10.5	<i>Forature</i> .....	75
10.10.6	<i>Saldature</i> .....	76
10.10.7	<i>Assemblaggio tramite saldatura in officina</i> .....	76
10.10.8	<i>Raddrizzamento e spianamento</i> .....	77
10.11	MONTAGGIO .....	77
10.11.1	<i>Accoppiamento in cantiere</i> .....	78
10.11.2	<i>Saldature in opera</i> .....	79
10.11.3	<i>Trattamenti superficiali</i> .....	79
10.11.4	<i>Sabbatura</i> .....	79
10.11.5	<i>Zincatura</i> .....	80
10.11.6	<i>Spazzolatura e ripristini in opera</i> .....	80
10.12	VERNICIATURE .....	80
10.12.1	<i>Generalità</i> .....	80
10.12.2	<i>Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie</i> .....	81
10.12.3	<i>Ciclo di verniciatura</i> .....	82
10.12.4	<i>Grigliati</i> .....	83
<b>11</b>	<b>PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO .....</b>	<b>84</b>
11.1	LEGANTI BITUMINOSI DI BASE E MODIFICATI .....	84
11.1.1	<i>Leganti bituminosi semisolidi</i> .....	84
11.1.2	<i>Additivi</i> .....	86
11.2	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO .....	87
11.2.1	<i>Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura</i> .....	87
11.2.2	<i>Conglomerato bituminoso per strati di base e binder ad alto modulo complesso</i> .....	96
11.2.3	<i>Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura</i> .....	97
11.3	CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI .....	99
11.3.1	<i>Aderenza</i> .....	99
11.3.2	<i>Regolarità</i> .....	100
11.3.3	<i>Norma per la valutazione dello spessore degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale</i> .....	101
<b>12</b>	<b>BARRIERE DI SICUREZZA .....</b>	<b>102</b>

12.1 GENERALITA' .....	102
12.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	103
12.3 BARRIERE PER BANCHINE CENTRALI E LATERALI .....	103
12.3.1 <i>Barriere di sicurezza a doppia onda</i> .....	104
12.3.2 <i>Barriere di sicurezza a tripla onda</i> .....	104
12.3.3 <i>Barriere per opere d'arte</i> .....	105
12.4 BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO NEW JERSEY .....	105
12.4.1 <i>Generalità</i> .....	105
12.4.2 <i>Caratteristiche di accettazione – Prove di controllo</i> .....	105
12.4.3 <i>Protezione delle barriere New Jersey</i> .....	106
<b>13 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE .....</b>	<b>107</b>
13.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE .....	107
13.1.1 <i>Generalità</i> .....	107
13.1.2 <i>Materiali e forniture in genere</i> .....	107
13.1.3 <i>Caratteristiche dei materiali per segnaletica orizzontale</i> .....	110
13.1.4 <i>Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro</i> .....	111
13.1.5 <i>Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro</i> .....	112
13.1.6 <i>Pitture a base di resine bicomponenti da applicare a freddo con spessori variabili e dotati di disegno definito ripetitivo</i> .....	113
13.1.7 <i>Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione</i> .....	115
13.1.8 <i>Requisiti del laminato durante la sua vita utile</i> .....	116
13.2 SEGNALETICA VERTICALE .....	118
13.2.1 <i>Costruzione dei cartelli</i> .....	118
13.2.2 <i>Caratteristiche costruttive</i> .....	119
13.2.3 <i>Sostegni per cartelli</i> .....	121
13.2.4 <i>Fondazioni e posa in opera</i> .....	122
13.2.5 <i>Prescrizioni (art. 77.7 del regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada approvato con d.p.r. n. 495 in data 16.12.1992)</i> .....	123
13.2.6 <i>Caratteristiche delle pellicole</i> .....	123
13.3 INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETRORIFLETTENTI .....	123
<b>14 DRENAGGI .....</b>	<b>125</b>
14.1 DRENAGGI TRADIZIONALI .....	125
14.2 DRENAGGI A TERGO DELLE MURATURE .....	125
14.3 DRENAGGI CON FILTRO IN "TESSUTO NON TESSUTO" .....	125
<b>15 TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, MANTELLATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATURE .....</b>	<b>126</b>
15.1 TUBAZIONI .....	126
15.1.1 <i>Generalità</i> .....	126
15.1.2 <i>Tubi di PVC rigido</i> .....	126
15.1.3 <i>Tubi di polietilene</i> .....	127
15.1.4 <i>Tubi in calcestruzzo vibrocentrifugato</i> .....	127
15.1.5 <i>Tubi in gres ceramico</i> .....	128
15.1.6 <i>Posa in opera di tubi in generale – Norme varie</i> .....	128

15.2	POZZETTI, CHIUSINI, GRIGLIE .....	136
15.2.1	<i>Pozzetti prefabbricati in c.a.v.</i> .....	136
15.2.2	<i>Pozzetti in muratura</i> .....	137
15.2.3	<i>Pozzetti in PEMD</i> .....	137
15.2.4	<i>Chiusini e griglie</i> .....	139
15.3	CANALETTE .....	139
15.4	MANTELLATE IN LASTRE .....	140
15.5	MANTELLATE A GRIGLIATO ARTICOLATO .....	140
15.6	RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA.....	141
15.7	CORDONATURE .....	141
<b>16</b>	<b>DEMOLIZIONI E RIMOZIONI .....</b>	<b>142</b>
16.1	DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI.....	142
16.2	IDRODEMOLIZIONI .....	142
16.3	DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATO CON FRESE .....	143
16.4	DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI .....	143
16.5	RIMOZIONI.....	144
<b>17</b>	<b>RILEVATI.....</b>	<b>145</b>
17.1	DEFINIZIONE .....	145
17.2	MATERIALI PER LA FORMAZIONE DI RILEVATI .....	145
17.2.1	<i>Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo</i> .....	145
17.2.2	<i>Caratteristiche dei vari materiali – Generalità</i> .....	146
17.2.3	<i>Materiali per la formazione di rilevati</i> .....	146
17.2.4	<i>Materiali aridi provenienti da impianti di recupero e di riciclaggio</i> .....	149
17.2.5	<i>Posa in opera</i> .....	154
17.3	PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI.....	155
17.3.1	<i>Scotico, bonifica e gradonature</i> .....	155
17.3.2	<i>Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea</i> 156	
17.3.3	<i>Strato di transizione (Rilevato - Terreno)</i> .....	157
17.3.4	<i>Prove di controllo sul piano di posa</i> .....	159
17.4	STABILIZZAZIONE CON CALCE O CON CALCE E CEMENTO DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA - STABILIZZAZIONE DI LIVELLI INTERNI AI CORPI DEI RILEVATI.....	159
17.4.1	<i>Generalità</i> .....	159
17.4.2	<i>Ambiti di intervento</i> .....	160
17.4.3	<i>Caratteristiche dei materiali da impiegare</i> .....	160
17.4.4	<i>Studio preliminare</i> .....	162
17.4.5	<i>Modalità di esecuzione e prescrizioni</i> .....	165
17.4.6	<i>Controlli</i> .....	168
17.5	FORMAZIONE DEL RILEVATO.....	170
17.5.1	<i>Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali</i> .....	170
17.5.2	<i>Costruzione del rilevato</i> .....	171
<b>18</b>	<b>COLLAUDO FINALE DELLE OPERE .....</b>	<b>176</b>

## **1 OPERE STRUTTURALI**

### **1.1 OGGETTO DELL'APPALTO**

Le opere, nessuna esclusa, devono essere conformi agli elaborati di progetto e perfettamente compiute anche per le parti non esplicitamente descritte o indicate nei grafici.

Le opere si intendono complete di tutti gli elementi di unione e ancoraggio alle opere di fondazione, alle strutture, alle strutture di carpenteria e di tutte le predisposizioni necessarie alla successiva esecuzione delle opere architettoniche e impiantistiche.

I lavori oggetto di affidamento a corpo sono comprensivi di:

- predisposizione delle aree di cantiere;
- pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti;
- oneri e spese per la movimentazione, il carico, lo scarico e lo smaltimento presso discariche autorizzate dei materiali di rifiuto o di risulta di competenza;
- tracciatura delle opere;
- progetti costruttivi delle opere in affidamento;
- campionature, documentazioni tecniche e certificazioni relative a tutte le forniture e le lavorazioni comprese nel lotto di appalto in affidamento;
- prove di accettazione dei materiali e delle opere finite, comprese nel lotto di appalto affidato, secondo normativa vigente o secondo giudizio insindacabile della D.L.;
- allontanamento dal cantiere e al trasporto a discarica di ogni materiale di risulta, trovante, imballaggio o quant'altro proveniente dalle forniture e/o dalle lavorazioni in appalto di propria competenza;
- tutte le assistenze edili necessarie alla predisposizione e all'installazione, sulle opere di propria competenza, di strutture, finiture e impianti secondo quanto specificato negli elaborati di progetto, nelle voci di prezzo o negli elaborati costruttivi approvati dalla D.L. e dalla D.A.;
- le attività di sorveglianza dei materiali e delle opere di propria competenza da furti, degrado e danni di qualsiasi natura;
- gli allacciamenti alle reti di cantiere, predisposte dagli Appaltatori dei lotti d'appalto specifici;
- lo smantellamento delle proprie installazioni a conclusione delle opere in affidamento o a seguito di disposizioni ordinate dal PCSE o dalla D.L.;
- la perfetta pulizia e ripristino delle aree di cantiere utilizzate per le proprie installazioni;
- il coordinamento dei lavori con le Imprese affidatarie di altri lotti di appalto, o altre Imprese indicate dalla Committenza per la realizzazione di opere esterne o interne al cantiere. L'Appaltatore dovrà coordinarsi e cooperare nel modo migliore con la D.L., il Committente e le Imprese terze presenti in cantiere al fine di garantire l'esecuzione delle opere nell'ordine e nei tempi previsti dal cronoprogramma dei lavori, assicurando, alle Imprese terze, la disponibilità delle aree di lavoro, gli accessi e la completa operatività, contestualmente alle lavorazioni di competenza. L'Impresa dovrà cooperare con le altre imprese per la risoluzione



- di eventuali interferenze. Tale onere è compreso nel prezzo e non può dar diritto a richieste di maggiori compensi, rallentamenti nelle lavorazioni o proroghe sui tempi di esecuzione;
- ogni altro onere e magistero, anche se non espressamente indicato nei grafici e nei documenti di contratto ma necessario per dare l'opera compiuta a regola d'arte e perfettamente funzionale.

## **2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### **2.1 PREMESSA**

Le presenti Specifiche Tecniche definiscono le caratteristiche tecniche e prestazionali delle Opere Civili di natura strutturale, le modalità di esecuzione, verifica e accettazione. Il presente documento è parte integrante degli elaborati progettuali e di contratto e stabilisce oneri e obblighi specifici che l'Appaltatore si impegna ad assumere al fine di conseguire la piena conformità agli obbiettivi della Committenza e alle norme vigenti.

### **2.2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Le normative vigenti hanno valore cogente e pertanto tutte le forniture, le prestazioni, i lavori e le opere compiute devono uniformarsi. L'Appaltatore deve rispettare tutte le disposizioni legislative nazionali e locali, le direttive europee, le norme UNI, UNI EN ed ISO vigenti al momento dell'esecuzione delle opere, anche se entrate in vigore dopo la consegna dei lavori, o comunque non espressamente citate nel presente Capitolato.

#### **2.2.1 Opere strutturali**

##### **Leggi, decreti e circolari**

L. 5.11.1971, n°1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

D.M. 17.01.2018

Aggiornamento delle “*Norme tecniche per le costruzioni*” (NTC2018);

Circolare n.7, 21.01.2019

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

Istruzioni C.N.R. 10011/97

Costruzioni in acciaio – istruzioni per il calcolo, l'esecuzione il collaudo e la manutenzione

Istruzioni C.N.R. 10025/98

Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo

##### **Normativa europea**

UNI EN 1990:2006

EC0 Criteri generali di progettazione strutturale

UNI EN 1991-1-1:2004

EC1 Azioni sulle strutture

UNI EN 1992-1-1:2005

EC2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo

UNI EN 1993-1-1 e 1-2:2005

EC 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio

UNI EN 1994-1-1:2005

EC4 Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo

UNI EN 1997-1-1:2005

EC7 Progettazione geotecnica

UNI EN 1998-1:2005

EC8 Progettazione sismica

### **2.2.2 Calcestruzzo**

#### **Materiali**

UNI EN 206-1:2021	Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
UNI 11104:2016	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
UNI EN 197-1:2011	Composizione, specificazioni e criteri di conformità dei cementi
UNI EN 197-2:2001	Cemento: valutazione della conformità
UNI 11040:2003	Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli.
UNI EN 206-9:2010	Calcestruzzo Parte 9: Regole complementari per il calcestruzzo autocompattante (SCC)
UNI EN 1008:2003	Acqua d'impasto per il calcestruzzo - Specifiche di campionamento, di prova e di valutazione dell'idoneità dell'acqua, incluse le acque di ricupero dei processi dell'industria del calcestruzzo, come acqua d'impasto del calcestruzzo
UNI EN 12620:2008	Aggregati per il calcestruzzo - caratteristiche chimico/fisiche degli aggregati da utilizzarsi nel confezionamento di conglomerati cementizi.
UNI EN 13055-1:2003	Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
UNI EN 13139:2003	Aggregati per malta.
UNI EN 10080:2005	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile – Generalità
UNI 10020:01	Definizione e classificazione dei tipi di acciaio
UNI EN 934-1:2008	Additivi per il calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 1: Requisiti comuni
UNI EN 934-2:2009	Additivi per il calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Parte 2: Additivi per il calcestruzzo – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

#### **Metodi di prova**

UNI EN 12350-2:2009	Prova sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono
---------------------	---

UNI EN 12390 - 1-4:2002

UNI EN 12390 - 2-3-5:2009

UNI EN 12390 - 6:2010

Prova sul calcestruzzo indurito – Parte 1: Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme. Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza. Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini. Parte 4: Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova. Parte 5: Resistenza a flessione dei provini. Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini.

UNI EN 12390 - 7-8:2009

Prove sul calcestruzzo indurito – Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito. Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione.

UNI EN 14127:2011

Prove non distruttive - Misurazione dello spessore mediante ultrasuoni

### **Metodi di prova sul calcestruzzo autocompattante**

EC 1-2011 UNI EN 12350-8:2010

Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 8: Calcestruzzo autocompattante - Prova di spandimento e del tempo di spandimento

EC 1-2011 UNI EN 12350-9:2010

Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 9: Calcestruzzo autocompattante - Prova del tempo di efflusso

EC 1-2011 UNI EN 12350-10:2010

Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 10: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L

EC 1-2011 UNI EN 12350-12:2010

Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 12: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante anello a J

### **Metodi di prova sul calcestruzzo ad espansione controllata**

UNI 8148:2008

Agenti espansivi non metallici per impasti cementizi - Determinazione dell'espansione contrastata del calcestruzzo.

### **Norme integrative per le strutture prefabbricate**

Circolare Min. LL.PP. n. 6090

Norme per la progettazione, il calcolo, la esecuzione ed il collaudo di costruzioni con strutture prefabbricate in zone asismiche e sismiche

C.N.R. Norme tecniche n. 10025/84  
14/12/83

Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati

Decreto Min. LL.PP. 03/12/87

Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e

(G.U. 07/05/88 n. 106 Suppl. )  
Circolare Min. LL.PP. n. 31104  
(16/03/89) L. 02/02/1974 n. 61 art. 1

CNR 10025/84

collaudo delle costruzioni prefabbricate  
Istruzioni in merito alle norme tecniche per la  
progettazione, esecuzione e collaudo delle  
costruzioni prefabbricate

“Istruzioni per il progetto, l’esecuzione ed il  
controllo delle strutture prefabbricate in  
conglomerato cementizio e per le strutture  
costruite con sistemi industrializzati”

### **2.2.3 Acciaio per uso strutturale**

UNI EN 10025:2005

Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi  
strutturali

UNI EN 10210-1:2006

Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a  
grano fine per impieghi strutturali

UNI 10219-1:2006

Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a  
grano fine per strutture saldate

UNI EN 10163/1/2/3:2005.

Condizioni di fornitura relative alla finitura  
superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di  
acciaio laminati a caldo

UNI EN ISO 1460:1997

Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali  
ferrosi per immersione a caldo. Determinazione  
gravimetrica della massa per unità di area.

UNI EN ISO 1461:2009

Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su  
prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio.  
Specificazioni e metodi di prova

#### **Bulloni**

UNI EN ISO 898-1:2009

Caratteristiche meccaniche degli elementi di  
collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti  
prigioniere con classi di resistenza specificate -  
Filettature a passo grosso e a passo fine

UNI EN 14399 -1:2005

Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio  
controllato. Parte generale

UNI EN 14399 -2/6:2005

Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio  
controllato In particolare la parte 3, unitamente alla  
parte 1, specifica i requisiti per l'assieme di viti e  
dadi ad alta resistenza di sistema HR adatti al  
serraggio controllato, con filettatura da M12 a M36  
e classe di resistenza 8.8/8 e 10.9/10.

UNI EN 14399 -7/8:2008

UNI EN ISO 4759 -3:2002

Rondelle piane per viti e dadi - Categorie A e C

UNI EN ISO 4759 -1:2001

Tolleranze per elementi di collegamento - Viti, viti  
prigioniere e dadi - Categorie A, B e C

UNI EN ISO 898-5:2000

Caratteristiche meccaniche degli elementi di

UNI EN ISO 898-6:1996	collegamento di acciaio - Viti senza testa e particolari simili filettati non soggetti a trazione Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo fine.
<b>Saldature</b>	
UNI EN 1011-1:2009	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco
UNI EN 1011-2:2005	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
UNI EN 1011-3:2005	Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili
UNI EN ISO 9692-1:2005	Saldatura e procedimenti connessi
UNI EN ISO 8501-3:2008	Preparazione di substrati di acciaio prima dell'applicazione di pitture e prodotti correlati - Valutazione visiva del grado di pulitura della superficie - Parte 3: Gradi di preparazione di saldature, bordi e altre aree con imperfezioni superficiali
UNI EN ISO 15792-1:2009	Materiali di apporto per saldatura - Metodi di prova - Parte 1: Saggi di prova per la realizzazione di provette di tutto metallo di apporto di saldature di acciaio, nichel e leghe di nichel
UNI EN ISO 15792-2:2009	Materiali di apporto per saldatura - Metodi di prova - Parte 2: Preparazione del saggio di prova per la realizzazione di provette di saldature di acciaio eseguite con tecnica a singola o a doppia passata
UNI EN ISO 17635:2010	Controllo non distruttivo delle saldature - Regole generali per i materiali metallici
UNI EN 12517-1:2007	Controllo non distruttivo delle saldature - Parte 1: Valutazione mediante radiografia dei giunti saldati di acciaio, nichel, titanio e loro leghe - Livelli di accettazione
UNI 7603:1976	Prove non distruttive dei materiali ferrosi. Controllo con ultrasuoni delle saldature longitudinali od elicoidali dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso.
UNI EN ISO 22825:2007	Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo mediante ultrasuoni - Controllo di saldature di

**Trattamenti anticorrosivi e di pittura**

UNI EN ISO 12944-1:2001

acciaio austenitico e di leghe a base nichel

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Introduzione generale

UNI EN ISO 12944-2:2001

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Classificazione degli ambienti

UNI EN ISO 12944-3:2001

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Considerazioni sulla progettazione

UNI EN ISO 12944-4:2001

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Tipi di superficie e loro preparazione

UNI EN ISO 12944-5:2008

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva

UNI EN ISO 12944-6:2001

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Prove di laboratorio per le prestazioni

UNI EN ISO 12944-7:2001

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura

UNI EN ISO 12944-8:2002

Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione

UNI EN ISO 28199-1/3:2009

Pitture e vernici - Valutazione delle proprietà dei rivestimenti in funzione del processo d'applicazione -

UNI EN ISO 7784-1:2006

Pitture e vernici - Determinazione della resistenza all'abrasione

**2.2.4 Aggregati**

UNI EN 12620:2008

Aggregati per il calcestruzzo

UNI EN 13043:2004

Aggregati per miscele bituminose

UNI EN 13055-1:2003

Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte

UNI EN 13055-2:2005

Aggregati leggeri per miscele bituminose

UNI EN 13139:2003

Aggregati per malta

UNI EN 13242:2008

Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile

UNI EN 13383-1:2003

Aggregati per opere di protezione

**Metodi di prova aggregati**

UNI EN 932-1:1998

Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento Idem. Metodi per la riduzione dei campioni in laboratorio

UNI EN 932-2:2000

UNI EN 933-1:2009

Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per stacciatura.

UNI EN 1367-1:2007

Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati - Determinazione della resistenza al gelo e disgelo

UNI EN 1097-1:2004

Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati

UNI EN 1744-1:2010

Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Analisi chimica.

**2.2.5 Direttive comunitarie**

Regolamento (UE) N. 305/2011, 9 marzo 2011

Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio pubblicato nella GUUE L 88/5 del 04.04.2011., fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio.

GuUE n. C 309 del 18 dicembre 2009

Norme armonizzate europee in materia di materiali da costruzione

Direttiva n. 89/391/CEE 12 giugno 1989

Concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

Direttiva n. 89/654/CEE 30 novembre 1989

Relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute per i luoghi di lavoro.



### **3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Si descrivono nei seguenti articoli le caratteristiche tecniche e le norme di riferimento dei materiali di base impiegati nelle diverse lavorazioni. Le caratteristiche di seguito riportate costituiscono i requisiti minimi di accettazione previsti a norma di legge. In conformità agli elaborati di progetto ulteriori specifiche sono riportate nei capitoli relativi alle singole lavorazioni.

Per i materiali, i componenti e gli oggetti diversi non trattati nei seguenti articoli, si rinvia alle prescrizioni dei capitolati speciali ed alle norme di buona tecnica di esecuzione.

#### **3.1 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI**

L'Appaltatore può approvvigionare i materiali occorrenti alla costruzione dell'Opera presso ditte produttrici o cave che ritiene di sua convenienza, purché gli stessi siano rispondenti, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ai requisiti qualitativi indicati nei seguenti articoli, e alle specifiche disposizioni regolamentari e di legge.

I materiali e i prodotti utilizzati devono essere completamente rispondenti all'applicazione e alla funzione a cui sono destinati ed essere posti in opera in conformità alle norme tecniche e ai certificati di omologazione. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla D.L. Qualsiasi provvista rifiutata dalla D.L. come non atta all'impiego, deve essere sostituita dall'Appaltatore con altra conforme alle caratteristiche richieste; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

Nel caso di impiego di materiali e prodotti non approvati o non ritenuti idonei dalla D.L., l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, provvedere alla demolizione/rimozione delle lavorazioni eseguite e al rifacimento delle stesse con materiali e prodotti approvati dalla D.L.

Qualora l'Appaltatore non esegua la rimozione/demolizione dei materiali o delle opere nei termini disposti dalla D.L., il Committente potrà provvedervi direttamente a spese dell'Appaltatore a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa in qualche modo derivare dalla rimozione stessa.

L'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali impiegati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo esso tenuto a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni accettati dalla D.L.

La rispondenza dei prodotti da costruzione alle prescrizioni normative ed a quelle delle presente documento deve essere comprovata da schede tecniche di prodotto, certificati di prova e marcatura CE. La Direzione lavori potrà comunque ordinare, sia in fase di accettazione dei materiali sia in fase di esecuzione, prove di laboratorio per la verifica della rispondenza fra i requisiti prestazionali dichiarati e le prescrizioni di progetto.

#### **3.2 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, devono essere identificabili e qualificati dal produttore secondo le procedure applicabili di cui al paragrafo 11 del DM. 17.01.18.

L'identificazione e la qualificazione dei materiali e dei prodotti, a secondo dei casi, è attestata da:

- Marcatura CE;
- Benestare Tecnici Europei (ETA);
- Attestato di qualificazione;

- Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego;

Prima del loro impiego, tutti i materiali ed i prodotti devono essere accettati dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione che l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a suo onere e spesa.

Per ogni partita di manufatti o di materiali da impiegare per l'esecuzione dell'opera, dovranno essere prodotte tutte le certificazioni di norma e, a richiesta della D.L. eventuali prove su campioni prelevati dalle forniture stesse.

### **3.2.1 Marcatura CE e dichiarazione di prestazione (DOP)**

Tutte le forniture di materiali e manufatti devono essere dotate di Marcatura CE e di DoP, Dichiarazione di Prestazione, in conformità al Regolamento 305/2011.

La Marcatura CE attesta la conformità del prodotto alle norme armonizzate e riporta le informazioni sul prodotto. A richiesta della D.L. la Dichiarazione di Conformità, deve essere fornita dal produttore in formata cartacea o elettronica.

L'attestazione della conformità ad una specificazione tecnica armonizzata, è sostituita dalla Valutazione e dalla Verifica della Costanza della Prestazione del prodotto secondo le modalità di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011.

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) descrive le prestazioni del prodotto in relazione alle sue caratteristiche essenziali, in conformità alla specifica tecnica di riferimento.

La dichiarazione deve contenere le seguenti informazioni:

- il riferimento del prodotto-tipo; Codice di identificazione unico del prodotto-tipo Numero di tipo, lotto, serie o qualsiasi altro elemento che consenta l'identificazione del prodotto
- il sistema o i sistemi di valutazione e verifica della costanza della prestazione, allegato V del CPR305/11;
- il numero di riferimento e la data di pubblicazione della norma armonizzata o della valutazione tecnica europea di riferimento;
- se del caso, il numero di riferimento della documentazione tecnica specifica;
- i requisiti ai quali il fabbricante dichiara che il prodotto risponde.

La dichiarazione di prestazione contiene altresì:

- l'uso o gli usi previsti del prodotto;
- l'elenco delle caratteristiche essenziali o gli usi previsti dichiarati;
- le prestazioni delle caratteristiche essenziali pertinenti agli usi dichiarati;
- se del caso, la prestazione del prodotto da costruzione, espressa in livelli o classi, o in una descrizione, ove necessario sulla base di un calcolo, in relazione alle sue caratteristiche essenziali determinate conformemente all'articolo 3, paragrafo 3;
- la prestazione delle caratteristiche essenziali del prodotto da costruzione concernenti l'uso o gli usi previsti, tenendo conto delle disposizioni relative all'uso o agli usi previsti nel luogo in cui il fabbricante intenda immettere il prodotto da costruzione sul mercato.

Per le caratteristiche essenziali elencate, per le quali non sia dichiarata la prestazione, deve essere apposta la sigla «NPD» (nessuna prestazione determinata).

Marcature e dichiarazioni (DoP) devono essere esibite tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave e da stabilimenti.

### **3.2.2 Campionature dei materiali e dei manufatti**

Le campionature hanno lo scopo di definire gli standard tecnici, qualitativi ed estetici dell'opera e di costituire elemento di paragone al quale, le forniture e le lavorazioni dovranno corrispondere in ogni caratteristica e prestazione.

Nei termini previsti dal Cronoprogramma dei lavori, l'Appaltatore deve consegnare alla D.L. le campionature dei materiali e dei prodotti di cui è previsto l'impiego.

Salvo ulteriori prescrizioni, l'Appaltatore è tenuto alla presentazione delle seguenti campionature:

- campionatura di tutti i materiali e di tutti i prodotti impiegati nella realizzazione dell'opera.
- campionatura dei manufatti di ogni natura, impiegati nella realizzazione dell'opera;
- campionature in opera o fuori opera di tutte le lavorazioni comprese nelle opere in appalto.

Le campionature, accompagnate da documentazione tecnica, manuali di posa, di manutenzione e pulizia, sono consegnate in duplice copia dall'Appaltatore al Committente e alla D.L., o ai loro incaricati.

Una serie delle campionature approvate dalla D.L., sarà conservata dall'Appaltatore, l'altra dal Committente. Se le campionature presentate non saranno ritenute soddisfacenti, l'Appaltatore dovrà produrre, a sua totale cura e spesa, altre campionature fino al raggiungimento degli standard richiesti.

L'approvazione delle campionature non solleva l'Appaltatore dalle proprie responsabilità, il collaudo finale è subordinato al raggiungimento dei requisiti di progetto e alla completa e funzionale realizzazione dell'opera. L'Appaltatore deve garantire la costanza delle caratteristiche qualitative, tecniche ed estetiche di tutte le forniture.

Quanto sopra esposto non è da ritenere in nessun tempo esaustivo. La D.L. avrà la facoltà di richiedere tutte le campionature che riterrà opportune per la corretta definizione degli standard tecnici e qualitativi, senza che per questo, l'Appaltatore possa richiedere oneri aggiuntivi.

## **3.3 PROVE E CONTROLLI**

### **3.3.1 Accertamenti preventivi**

Il Direttore dei Lavori, presa visione delle attestazioni di conformità e di prestazione dei prodotti e dei materiali presentati dall'Appaltatore, può disporre a suo insindacabile giudizio ulteriori prove di controllo e di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se l'esito delle prove dovesse mettere in evidenza delle difformità fra le caratteristiche dei materiali e dei prodotti testati e quelle richieste dai documenti di contratto, le forniture non saranno accettate e l'Appaltatore dovrà sostituirle con altre idonee all'impiego. Per tutti i ritardi nell'esecuzione dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate, si applicano le penali previste dai documenti di contratto.

### **3.3.2 Prove e controlli in fase esecutiva**

In relazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche di accettazione dei materiali, l'Appaltatore è obbligato ad effettuare, a sue spese e in ogni tempo, le prove sui materiali posti in opera disposte dalla D.L. Il prelievo e l'invio dei campioni ad organismi notificati, sono a carico dell'Appaltatore. I risultati ottenuti in tali Laboratori sono i soli riconosciuti validi da entrambe le parti. Per qualsiasi controversia, e a tutti gli effetti delle normative vigenti, si farà esclusivo riferimento a detti risultati.

I campioni sono prelevati in contraddittorio. La D.L. provvede al prelievo del campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale. La D.L. può ordinare la conservazione dei campioni, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

## **3.4 CUSTODIA DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI**

L'Appaltatore sarà responsabile della custodia di tutti i prodotti e dei materiali fino al collaudo definitivo delle opere e loro sostituzione in caso di danneggiamenti.

## **3.5 CARATTERISTICHE TECNICHE MATERIALI**

### **3.5.1 Aggregati**

Gli inerti e gli aggregati da impiegarsi nell'esecuzione dei lavori devono essere conformi alle seguenti norme che il CEN ha elaborato in funzione alla categoria di opere da realizzare:

- UNI EN 12620:2008 - Aggregati per il calcestruzzo
- UNI EN 13055-1:2003 - Aggregati leggeri per calcestruzzi e malte
- UNI EN 13139:2003 - Aggregati per malta
- UNI 11013:2002 - Aggregati leggeri - Argilla e scisto espanso - Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale

Gli inerti da impiegarsi nella formazione di conglomerati cementizi devono corrispondere ai requisiti stabiliti ai sensi art. 11.2.9.2 del D.M. 17.01.2018. Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, in conformità alla norma EN 12620:08, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature. Gli aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione devono essere conformi alle norme EN 13055-1:03, UNI 11013:02.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La curva granulometrica degli aggregati per i conglomerati sarà contenuta nel fuso indicato in progetto.

L'Impresa deve garantire per ogni lavoro la costanza delle caratteristiche granulometriche.

Gli aggregati per malte per opere murarie devono essere conformi alla norma EC 1-06 UNI EN 13139:03 e alla norma UNI 11320:09 - Istruzioni complementari.

Deve essere costituita da granelli non gelivi, non friabili e deve risultare priva di polvere, di frazioni limose, argillose e di sostanze organiche, nonché di sostanze dannose all'impiego a cui la sabbia è destinata. La sabbia deve avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

### **3.5.2 Acqua**

L'acqua per gli impasti con leganti idraulici, in conformità alla norma UNI EN 1008:2003. L'acqua deve essere limpida, priva di sostanze organiche, grassi o sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri, e non deve essere aggressiva per il conglomerato risultante.

L'acqua di impasto per calcestruzzi ad alta resistenza deve essere acqua potabile, è vietato l'impiego di acque di riciclo.

### **3.5.3 Leganti in genere**

I leganti dovranno essere forniti in sacchi sigillati. Le confezioni dei prodotti devono riportare la marcatura CE e il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento deve essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti. I leganti e gli impasti cementizi o malte pronte all'uso devono essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

### **3.5.4 Calci**

La calce idraulica deve essere conforme alla Legge 26/5/1965, n. 595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" e alle norme UNI EN 459/1:2010 e UNI EN 459/3:2011: Calci da costruzione - Parte 3: Valutazione della conformità. Si distinguono tre categorie di calce:

- NHL: calce idrauliche naturali
- NHL-Z: calce idrauliche naturali con materiale aggiunto
- HL: calce idrauliche

L'accettazione e le modalità di prova sono normate dal D.M. 31/8/1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" e dal Regio Decreto del 16 novembre 1939, n. 2231: Norme per l'accettazione delle calce.

### **3.5.5 Cementi e agglomerati cementizi**

Gli agglomerati cementizi devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nel D.M. 17.01.18 e nelle norme UNI EN 206-1:06 e UNI EN 197-1:07; l'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e di collaudo sono regolate dal D.M. 17.01.2018.

Il cemento, fra quelli considerati idonei in conformità alla norma UNI EN 197-1:07, Leganti idraulici deve essere scelto, tenendo in considerazione:

- l'esecuzione dell'opera;
- l'uso finale del calcestruzzo;
- le condizioni di maturazione;
- le dimensioni della struttura;
- le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta;
- la potenzialità reattiva degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti.

Il calcestruzzo per l'impiego nelle opere di conglomerato cementizio semplice e armato deve essere di Classe di esposizione XC e XF secondo norma UNI EN 206:2021 e UNI 11104:2016 e secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

Il confezionamento deve essere conforme alle indicazioni delle "Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale", edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I cementi normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso laboratori notificati.

Nel caso in cui il cemento sia approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto deve effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità; l'immagazzinamento del cemento nei silos deve essere effettuato senza miscelare tipi diversi.

L'Impresa deve approvvigionare il cemento presso cementifici che diano garanzia di costanza del tipo e continuità di fornitura.

### **3.5.6 Leganti idraulici speciali**

I leganti idraulici speciali devono essere rispondenti alle norme sui cementi sopracitate. I cementi privi di ritiro, costituiti da cemento portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti devono essere caratterizzati da:

- determinazione del ritiro del cls indurito (UNI 11307:2008)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm.;
- assenza di acqua essudata (bleeding) UNI 7122:2008;
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (UNI 7123:72);
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (CNR UNI 10020:71);
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (UNI EN 12390).

Le modalità e le prescrizioni di impiego del produttore devono essere scrupolosamente in particolare per quanto attiene alla conservazione, miscelazione e stagionatura. Gli sfridi delle lavorazioni devono essere portati a rifiuto.

### **3.5.7 Aggiunte**

Nei calcestruzzi ad uso strutturale è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non risultino nocive alle caratteristiche prestazionali del calcestruzzo. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma.

### **3.5.8 Additivi**

Ai sensi dell'art. 11.2.9.4 del D.M. 17.01.2018, gli additivi impiegati nella confezione di calcestruzzi ad uso strutturale devono essere conformi alle norme:

- UNI EN 934-1:2008 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 1: Requisiti comuni
- UNI EN 934-2:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 2: Additivi per calcestruzzo - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.
- UNI EN 934-3:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 3: Additivi per malte per opere murarie - Definizioni, requisiti, conformità e marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-4:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- EC 1-2011 UNI EN 934-4:2009 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 4: Additivi per malta per iniezione per cavi di precompressione - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura
- UNI EN 934-5:2008 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 5: Additivi per calcestruzzo proiettato - Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura

Gli additivi per impasti cementizi sono classificati in funzione delle caratteristiche prestazioni in: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti/aeranti; fluidificanti/ritardanti; fluidificanti/acceleranti; antigelo/superfluidificanti.

Il Direttore dei lavori può disporre prove l'esecuzione di prove di laboratorio in conformità alla norma:

- UNI EN 934-6:2007 - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione - Parte 6: Campionamento, controllo e valutazione della conformità

### **3.5.9 Miscele preconfezionate di componenti per il calcestruzzo**

Il produttore di miscele preconfezionate e di componenti per calcestruzzi strutturali per i quali è prevista l'aggiunta di acqua d'impasto in cantiere e per le quali è vigente norma europea armonizzata, deve documentare, ai sensi art. 11.2.9.6 del D.M. 17.01.2018, la conformità di ogni componente utilizzato, alla relativa norma europea.

### **3.5.10 Armature per opere in calcestruzzo**

L'acciaio per l'armatura del calcestruzzo normale deve essere del tipo B450C, in conformità al D.M. 17.01.2018 e alla Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Acciaio per armature B450C, D.M. 17.01.18, paragrafo 11.3.2.1

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| - Tensione caratteristica di snervamento:               | $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$ |
| - Tensione caratteristica di rottura:                   | $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$ |
| - Valore minimo di $k=(f_t / f_y)$ :                    | $1.15 \leq k \leq 1,35$       |
| - Tensione di snervamento nominale ( $f_y / f_y$ , nom) | $k \leq 1.25$                 |

- Deformazione caratteristica al carico massimo:  $\epsilon_{uk} \geq 7.5\%$
- Modulo di elasticità Es: 200GPa

Gli elementi strutturali di acciaio, quali staffe, ferri piegati, gabbie d'armatura, devono provenire da un Centro di Trasformazione, dotato di certificazione UNI EN ISO 9001 e, in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante saldatura, UNI EN ISO 3834:2006, parti 2-4. Ogni fornitura in cantiere di elementi di acciaio provenienti dai centri di trasformazione deve essere corredata dagli estremi dell'avvenuta attestazione presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21 (parzialmente sostituita da UNI EN 10204), UNI EN 10080:2005 - Acciaio d'armatura per calcestruzzo.

Gli acciai devono essere esenti da difetti che ne pregiudichino l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

### **3.5.11 Acciaio in fili lisci o nervati**

I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm, devono corrispondere, per l'impiego nel calcestruzzo armato, alle proprietà indicate, dalle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 17.01.2018).

### **3.5.12 Malte e calcestruzzi cementizi**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte, ed i rapporti di miscela, devono corrispondere alle prescrizioni delle voci precedenti, per i vari tipi d'impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei lavori.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti deve essere effettuato con dispositivi meccanici suscettibili di esatto controllo, che l'Impresa deve fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti devono essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno sollecitamente e senza indugio portati a rifiuto.

### **3.5.13 Acciai per strutture metalliche**

I materiali da impiegare per la realizzazione di strutture dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. La progettazione strutturale è inoltre soggetta al rispetto dell'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio e all'Eurocodice 4 per le strutture miste acciaio, calcestruzzo.

Gli acciai di uso generale da impiegare, saranno laminati a caldo in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi, anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo, e dovranno essere del tipo S235, del tipo S275 o del tipo S355, come classificati dalle norme UNI EN 1993-1-1 e UNI EN 10025-2.

Sono richieste le seguenti caratteristiche:

- rapporto fra tensione di rottura e tensione di snervamento  $f_u / f_y \geq 1.10$ ;
- deformazione di rottura  $\epsilon_u \geq 15 \%$ ;



- rapporto tra le deformazioni di rottura e di snervamento  $\epsilon_u \geq 15\epsilon_y$  (con  $\epsilon_y = f_y / E$ ).

La classe di resilienza dell'acciaio è definita secondo le indicazioni contenute nell'Eurocodice 3, parte 1-10.

I profilati cavi per impieghi strutturali dovranno essere alla norma tecnica UNI EN 10210-1:2006.

#### **3.5.14 Bulloni per carpenteria metallica**

Bulloni ad alta resistenza, viti, dadi, rosette e tutti gli elementi di collegamento devono essere conformi alle prescrizioni dell'Eurocodice 3, e alle seguenti norme tecniche:

UNI EN ISO 898- Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio

UNI EN ISO 4759 - Tolleranze per elementi di collegamento

#### **3.5.15 Profilati, barre e larghi piatti di uso generale**

Saranno conformi alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione: UNI EN 10163/1/2/3. Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da cretti, scaglie, paglie, ripiegature, cricche od altri difetti tali che ne possano pregiudicare ragionevolmente le possibilità d'impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore.

#### **3.5.16 Materiali diversi**

I materiali diversi da quelli specificati nei precedenti articoli devono essere somministrati dall'Appaltatore in conformità alle prescrizioni dei corrispondenti articoli di elenco, devono rispondere alle vigenti norme ed essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

## **4 OPERE DI SCAVO**

Il presente capitolo definisce le prescrizioni tecniche, le modalità di esecuzione e i requisiti di accettazione degli scavi, delle opere di riempimento delle sezioni di scavo.

I lavori dovranno essere condotti per fasi successive nel pieno rispetto degli elaborati di progetto.

### **4.1 DEFINIZIONE DEL LAVORO**

Le opere oggetto di appalto consistono in:

- Scavi a sezione obbligata per opere di fondazione;
- Riempimento delle sezioni di scavo;
- Costipamento dei piani di posa e dei riempimenti;
- Rimozione e smaltimento dei terreni di scavo, eventuale riutilizzo dei terreni di scavo da valutarsi come riportato nel capitolo 5.2.1 *gestione dei materiali di scavo*
- Opere di contenimento fronti di scavo: infissione di palancole provvisorie

### **4.2 PRESCRIZIONI DI VALIDITÀ GENERALE**

L'Appaltatore deve di sua iniziativa predisporre ogni accorgimento e impiegare i mezzi più idonei affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di assoluta sicurezza.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire, con i propri criteri e nell'osservanza delle norme vigenti, le sbadacchiature ed armature necessarie per contrastare le spinte dei terreni e delle acque di falda, gli sbarramenti e le segnalazioni atte ad isolare le zone interessate dai lavori, per garantire la sicurezza delle persone, delle cose e dei fabbricati circostanti. L'Appaltatore deve provvedere all'esecuzione di tutte le opere necessarie, eventualmente anche con installazioni speciali tipo "well-point" o simili per l'aggottamento e l'allontanamento delle acque di qualsiasi provenienza e di qualunque portata, allo scopo di mantenere asciutti gli scavi sia durante il periodo di esecuzione degli scavi stessi che durante la costruzione delle opere previste entro gli scavi.

Lo scavo comprenderà la rimozione e lo smaltimento di tutti i materiali che si rinvergono nello scavo stesso, compresi pietre e trovanti di qualsiasi genere e dimensione. Le pietre, le eventuali strutture di cemento armato e i trovanti di qualsiasi volume e dimensione, che si rinvergono durante il lavoro di scavo saranno demoliti in volumi facilmente asportabili.

Eventuali tubazioni non più funzionali dovranno essere rimosse dall'area di scavo e trasportate a discarica.

Le lavorazioni devono essere limitate alle parti ed alle dimensioni stabilite negli elaborati di progetto e conformate alle indicazioni della D.L.

Il fondo dello scavo deve, di norma, essere adeguatamente compattato.

Sarà onere dell'Appaltatore il trasporto di tutti i materiali di risulta fino al piano di carico ed il successivo trasporto a discarica o deposito autorizzati, la pulizia sistematica e finale delle aree di cantiere o altre poste in prossimità dello stesso.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della D.L., dovranno essere accuratamente trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. stessa.

Per quanto sopra descritto sono a carico della ditta appaltante:

- scarifiche superficiali ed estirpazione di vegetazione e ceppaglie;

- l'esecuzione di tutte le opere provvisorie di puntellazione, passerelle, protezioni, ecc. e quanto altro necessario allo svolgimento dei lavori in condizioni di assoluta sicurezza;
- paleggi ed innalzamenti, carico, trasporto a qualsiasi distanza ed il reperimento dei luoghi in cui avverrà lo scarico;
- tutti gli oneri e magisteri necessari per dare le opere perfettamente idonee alle successive opere di costruzione;
- la sistemazione e la protezione delle scarpate;
- lo spianamento e la costipazione del fondo secondo indicazioni di progetto;
- i rinterri e i riempimenti; contro le murature perimetrali;
- eventuali rimozioni e smaltimenti di tutti i materiali e trovanti che si rinvergono nello scavo stesso;
- ogni ulteriore spesa di mano d'opera, materiali, noleggi, mezzi necessari per l'esecuzione completa degli scavi;
- predisposizione dei percorsi per l'accesso alle aree di lavoro;
- ripristino dei percorsi di accesso alle aree di cantiere;
- verifica della presenza di eventuali sottoservizi.

#### **4.2.1 Gestione dei materiali di scavo**

L'Impresa appaltatrice ha facoltà di procedere ad eseguire indagini ambientali ed analisi per caratterizzare dal punto di vista ambientale i terreni di scavo che deriveranno dalle opere in progetto, allo scopo di proporre l'eventuale riutilizzo come "sottoprodotto" nei termini stabiliti dalle specifiche norme in materia:

- D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale;
- D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 – Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.

Le suddette indagini dovranno essere eseguite secondo i criteri previsti dal citato regolamento approvato con D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 ed i suoi relativi allegati tecnici.

Gli esiti dovranno essere valutati rispetto ai limiti di cui alle Colonne "A" o "B" della Tabella 1 dell' Allegato 5 del D. Lgs. 152/2006.

Qualora a seguito di caratterizzazione risulti ammissibile il riutilizzo delle terre come sottoprodotto, in luogo dello smaltimento quale rifiuto a discarica o presso centri di recupero, l'Impresa appaltatrice dovrà preventivamente definirne criteri e modalità di riutilizzo in accordo con la D.L.

#### **4.2.2 Discariche normali e speciali**

Di effetto a quanto riportato nel paragrafo 5.2.1, i materiali provenienti dagli scavi non reimpiegabili nell'ambito delle opere in cantiere devono essere trasportati alle pubbliche discariche autorizzate, ad esclusione di quelli idonei e necessari a impieghi successivi e/o quelli per cui la D.L. prescrive

l'accatastamento presso un deposito o in cantiere.

Il reperimento, la disponibilità, l'accessibilità e l'idoneità delle discariche deve essere assicurata dall'Appaltatore di sua iniziativa ed a totale sua cura e spesa.

### **4.3 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere accompagnati da una idonea certificazione d'origine, che ne attesti la conformità alle caratteristiche tecniche richieste delle presenti specifiche.

I materiali provenienti dagli scavi, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati mediante una campagna di indagine e risultare conformi alla destinazione di impiego e alla tipologia di utilizzo, secondo quanto prescritto dal D.Lgs. n. 152/2006.

I materiali provenienti da cave di prestito, per ogni zona di provenienza, devono essere qualificati nel rispetto del Regolamento 305/11 sui prodotti da costruzione, e devono essere accompagnati dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

Nel caso di mancanza di dette certificazioni il materiale non sarà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

#### **4.3.1 Terre e aggregati**

I materiali devono essere adatti allo scopo cui sono destinati devono provenire da cava, appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 definiti dalla tabella CNR UNI 10006, oppure dalla demolizione di manufatti in calcestruzzo e laterizio, opportunamente miscelati, trattati mediante frantoio e stabilizzati al fine di ottenere le granulometrie tali da renderli equivalenti ai gruppi sopraindicati.

La D.L. può inoltre prescrivere l'impiego di materiali reperiti tra quelli provenienti da scavi eseguiti all'interno del cantiere se riconosciuti idonei all'impiego cui gli stessi sono destinati, nei termini sopradescritti, a suo insindacabile giudizio.

In ogni caso il materiale per il riporto dovrà essere esente da residui vegetali, legno, materie plastiche, ferro, materiali di natura organica, torbe e terreni argillosi, rigonfianti o plastici ecc. e dovrà essere costituito solamente da inerti, laterizio o calcestruzzo appositamente frantumati da un adeguato impianto di frantumazione.

La dimensione massima degli aggregati costituiti da materiali duri deve essere inferiore a cm 10 per gli strati inferiori e a cm 6 per gli strati superiori, mentre la distribuzione granulometrica dovrà essere tale da rendere minima la percentuale dei vuoti.

I materiali da impiegare dovranno ottenere la preventiva autorizzazione di D.L.

#### **4.3.2 Strati di separazione**

I geotessuti hanno la funzione di separare terreni a diversa granulometria e di consentire una distribuzione dei carichi aumentando la capacità portante del terreno.

Il geotessuto dovrà essere costituito da una trama ed ordito di monofilamenti a nastro in polipropilene coesionato mediante legamento per agugliatura o per legamento doppio. Dovrà essere resistente all'invecchiamento, imputrescibile, stabile ai raggi UV, ai solventi e alle reazioni chimiche che si producono

nel terreno, inattaccabile dai roditori. I teli avranno un'altezza minima di m 4.50, e caratteristiche rispondenti alle indicazioni di progetto.

#### **4.4 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE E COLLAUDO**

A fine lavori si procederà alla verifica delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e secondo le indicazioni della D.L.

Per accertare la conformità delle opere eseguite alle prescrizioni di progetto e procedere al collaudo provvisorio sarà effettuata una ricognizione di tutti le opere di scavo e saranno effettuati i seguenti controlli:

- che i materiali impiegati siano conformi per caratteristiche e dimensioni a quelli approvati;
- che le prove di densità e le prove su piastra abbiano rispettato i valori di addensamento e di deformabilità prescritti;
- per i piani di posa in genere, i rinterri e i riempimenti, che la compattazione sia pari ad almeno 90 % della differenza tra la densità in sito dello strato di terreno idoneo alla posa, prima del costipamento e quella massima ottenuta in laboratorio secondo bollettino secondo il metodo AASHO o AASHTO modificato;
- il rispetto le quote altimetriche e planimetriche indicate sui disegni di progetto;
- che le pendenze abbiano andamento uniforme.

Le opere non conformi saranno rifiutate e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spesa, al loro adeguamento, secondo le indicazioni impartite dalla D.L.

Le prove, previste nei documenti contrattuali o disposte dalla D.L. e dai collaudatori, saranno eseguite, a totale cura ed onere dell'Appaltatore, secondo le normative tecniche vigenti. Si descrivono nei paragrafi successivi le modalità di prova per piani di scavo, rinterri e sottofondi.

#### **4.5 PROVE DI CONTROLLO DEI MATERIALI E DELLE OPERE**

La D.L. potrà richiede l'esecuzione, presso laboratori notificati, delle seguenti prove di qualificazione dei materiali:

- classificazione CNR-UNI 10006;
- analisi granulometrica e classificazione secondo UNI EN 13242: 2004; UNI EN 13285: 2004 e UNI EN ISO 14688: 2003.
- prova AASHO o AASHTO modificata per l'ottenimento della relativa curva.

Per verificare la conformità delle opere eseguite la D.L. potrà disporre le seguenti prove di controllo dei piano di posa, sottofondi e rilevati:

- determinazione della densità in sito
- prove di carico con piastra rigida o dinamica.
- determinazione dell'indice di plasticità (IP) e valutazione dell'indice di gruppo (IG)
- prove di carico con piastra rigida o dinamica.

I costi delle prove saranno a totale carico delle imprese esecutrici dei lavori.

## **4.6 MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE**

### **4.6.1 Prove relative al grado di compattazione**

Per verificare il grado di compattazione delle opere di rinterro e dei sottofondi delle pavimentazioni esterne poggianti al suolo, l'Appaltatore dovrà effettuare il controllo in sito dei contenuti di acqua della terra e la sua densità secca mediante il metodo della sabbia calibrata o della membrana, secondo bollettino CNR anno VI n. 22 – 1972.

### **4.6.2 Prove di carico su piastra**

Le prove di carico su piastra, da eseguirsi in ragione di almeno 1 ogni 1.000 mq di superficie, saranno distribuite secondo indicazione della D.L., dovranno essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in fase di preparazione del piano di posa.

#### Attrezzatura

L'attrezzatura di prova sarà costituita da una piastra circolare in acciaio, di diametro normalmente compreso tra 30 e 76 cm, di spessore tale da risultare rigida, da un micrometro di precisione con sensibilità di 0.01 mm, con escursione dell'astina di almeno 100 mm, da un martinetto in grado di erogare pressioni massime  $\geq 0.6$  MPa sulla piastra del diametro prescelto, trave di riferimento porta comparatore di elevata rigidità, struttura di contrasto di massa  $\geq 1.5$  volte la spinta massima totale prevista sulla piastra di prova.

La piastra dovrà essere posta su terreno con contenuto d'acqua naturale, non disturbato e ripulito a mano da qualsiasi detrito o ciottolo sporgente; la piastra verrà posizionata su una superficie appianata e, se necessario, regolarizzata con uno strato di sabbia o di polvere di cemento.

In presenza di terreni coesivi si asporterà la parte superficiale. Le pietre sporgenti dovranno essere rimosse, riempiendone le cavità con sabbia. L'orizzontalità della piastra dovrà essere verificata con livella.

La struttura di contrasto dovrà poggiare ad una distanza superiore a m 1,00 dalla piastra e dai punti di appoggio della struttura portamicrometri.

La struttura portamicrometri deve poggiare ad una distanza superiore a m 0,50 dal bordo della piastra e dagli appoggi del contrasto.

Una volta posta la piastra si fisserà il dispositivo per la misura del cedimento al centro della piastra, il pistone di carico e la piastra superiore; successivamente il martinetto viene posto sulla piastra di testa, controllandone la centratura e la perpendicolarità.

#### Sequenza di esecuzione

Assemblata l'attrezzatura, si eseguirà la prova secondo le modalità di seguito specificate:

- per assicurare un appoggio uniforme alla piastra, viene applicato un carico preliminare di 20 kN/mq che include il peso dell'apparecchiatura;
- viene letto sul comparatore il valore iniziale dei cedimenti;
- il martinetto verrà manovrato con precauzione, fino ad applicare sulla piastra un carico totale di 50 kN/mq;

- i gradini di carico successivi saranno di: 50 – 100 – 150 – 200 – 250 – 50 kN/mq ; dopo ciascun gradino la lettura del cedimento sarà effettuata ogni 2 minuti, in qualsiasi tipo di terreno; la stabilizzazione del cedimento sarà data per avvenuta quando due letture consecutive differiranno al massimo di 0.04 mm.

Durante la prova il dispositivo non dovrà essere in alcun modo manomesso, evitando scosse o vibrazioni.

Dopo la prova si verificherà l'omogeneità del terreno sotto la piastra fino a 50 cm di profondità; se richiesto, dovrà essere prelevato un campione rimaneggiato di terreno per il laboratorio.

#### Presentazione dei risultati

La documentazione da fornire a cura dell'Appaltatore comprenderà, per ciascuna prova:

- informazioni generali;
- fotocopia delle tabelle con letture di cantiere del micrometro, per ciascun gradino di carico;
- diagramma carichi-cedimenti;
- modulo di compressibilità  $M_e$  (kN/mq) calcolato fra 150 e 250 kN/mq;

$$M_e = \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot D$$

dove:  $\Delta p$  = incremento di carico specifico (kN/mq);

= cedimento corrispondente all'incremento di carico (mm);

$D$  = diametro della piastra (mm).

- certificato di taratura del manometro di misura non anteriore di 3 mesi la data di inizio prove.

## **4.7 CRITERI DI MISURAZIONE**

### **4.7.1 Scavi e rinterri**

La misurazione degli scavi verrà effettuata sempre con riferimento ad un piano quotato indicato negli elaborati progettuali. I riempimenti degli scavi verranno valutati quale differenza tra il computo del volume dello scavo ed il computo della struttura realizzata nello scavo medesimo, senza tenere conto del maggior quantitativo di materiale necessario per il costipamento e/o per ragioni operative soggettivamente adottate dall'Appaltatore.

Si prescrive che l'Appaltatore è tenuto a presenziare, su richiesta del Direttore dei Lavori alle misurazioni e alle contestazioni che essa riterrà opportune; l'Appaltatore è per altro tenuto a richiedere la presenza di delegati di D.L. per l'esecuzione di misurazioni, prove o rilievi che non potrebbero più essere eseguite dopo la prosecuzione dei lavori.

### **4.7.2 Sottofondi e rilevati**

La misurazione di sottofondi e rilevati sarà effettuata sempre con riferimento ad un piano quotato indicato negli elaborati progettuali. Il volume del sottofondo o del rilevato verrà valutato quale differenza tra il computo del volume dello scavo ed il computo della struttura realizzata nello scavo per il raggiungimento stabile delle quote indicate dalle sezioni di progetto. Sono a carico dell'Appaltatore gli oneri di risarcimento

dei materiali, delle sistemazioni e compattazione a seguito di cedimenti e/o assestamenti delle opere eseguite. L'Appaltatore è tenuto a presenziare alle misurazioni, ai rilievi e alle prove disposte dalla D.L. in corso d'opera e a fine lavori.

## **4.8 MODALITÀ DI ESECUZIONE**

### **4.8.1 Scarifica superficiale**

Le operazioni di scarifica, compiute per più passaggi successivi, devono essere compiute fino alla quota prevista dagli elaborati grafici di progetto.

A lavori ultimati tutto il materiale raccolto sarà allontanato dal cantiere fino alla più vicina discarica. L'Appaltatore dovrà accuratamente pulire le aree interessate dalle lavorazioni.

### **4.8.2 Tracciamenti**

Prima della realizzazione degli scavi, l'Appaltatore è tenuto alla predisposizione della picchettazione delle aree.

I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiate o rimosse dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Appaltatore.

Durante la verifica da parte della D.L. o del Committente dei risultati dei rilievi, l'Appaltatore è tenuto a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari a sua cura e spesa.

### **4.8.3 Scavi di sbancamento generale**

Lo scavo di sbancamento sarà eseguito fino alle linee, profili e livelli richiesti dagli elaborati di progetto.

La terra vegetale dovrà essere asportata, ove necessario, per la profondità preventivamente concordata con la D.L., senza mescolarla con il terreno sottostante. La terra vegetale sarà accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla D.L. o trasportata ad impianti di stoccaggio, di recupero o a discarica;

Nelle aree che devono essere occupate da strutture o pavimentazioni il terreno non consolidabile dovrà essere rimosso. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere allo scavo temporaneo di scoli adeguati per evitare allagamenti dovuti alle acque piovane nelle zone di lavoro, oltre ai canali di scolo definitivi eventualmente previsti nei disegni.

In corrispondenza di aree non soggette ad ulteriori scavi è richiesta la rullatura mediante rulli statici o a piede di montone delle aree scavate fino a raggiungere la compattezza necessaria.

Il piano di scavo sarà compattato fino ad un addensamento pari ad almeno il 95% secondo il metodo AASHO o AASHTO modificato.

### **4.8.4 Scavi a sezione obbligata**

Gli scavi a sezione obbligata sono quelli chiusi fra pareti riproducenti il perimetro di fondazioni o il tracciato di condotte ed ubicati al disotto del piano di sbancamento o di splanteamento.



Quando non diversamente prescritto in sede esecutiva, le pareti degli scavi a sezione obbligata sono da prevedersi verticali.

#### **4.8.5 Opere di sostegno**

L'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, a contenere le pareti di scavo mediante adeguate opere di sostegno. In relazione alla natura del lavoro e previa autorizzazione della D.L..

In ogni caso non saranno compensati né il maggior volume di scavo, né i rinterri o riempimenti del maggior vuoto creatosi.

Gli scavi eventualmente eseguiti oltre la profondità prescritta dovranno essere riportati al giusto livello con calcestruzzo magro o sabbione, a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **4.8.6 Aggottamenti**

Durante il corso degli scavi e nel tempo necessario alla formazione delle nuove opere di fondazione il fondo dello scavo deve essere mantenuto costantemente asciutto. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni.

In presenza di acqua freatica, l'Appaltatore dovrà provvedere all'installazione di pompe, apparecchiature speciali tipo well-point o realizzare canali provvisori per allontanare o deviare dette acque superficiali le quali potrebbero anche essere accumulate in fosse da riempire successivamente con sabbia o altro materiale idoneo.

I mezzi impiegati devono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

#### **4.8.7 Preparazione del piano di posa**

Per piano di posa si intende il piano del terreno predisposto per la posa del magrone di sottofondazione, la formazione di sottofondi e rilevati o l'allettamento per posa di tubazioni e sottoservizi. Esso potrà essere costituito da terreno naturale o da materiali di apporto sottoposti a costipamento.

Dal fondo dello scavo dovranno essere completamente asportati e condotti a discarica pietre, radici, rifiuti e qualsiasi altro materiale non idoneo rimasto sul terreno.

I piani di posa dovranno essere rullati fino al raggiungimento del grado di compattezza prescritto dagli elaborati di progetto e dovranno risultare privi di dossi o di avvallamenti.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrologiche e più sfavorevoli.

#### **4.8.8 Bonifiche del piano di posa**

Lo strato di bonifica sarà realizzato mediante scavo a sezione ristretta sotto l'intera area di fondazione con posa a contatto del terreno naturale di una geogriglia con caratteristiche desumibili dalle tavole di progetto. Successivamente il terreno scavato sarà sostituito con materiale di buone caratteristiche geotecniche da compattarsi in situ tramite compattatore meccanico di almeno 20 ton. Il riporto di materiale granulare, costipato ogni 0.20m, sarà sufficiente a garantire un modulo elastico simile a quello di un terreno moderatamente addensato (25-30 N/mmq).

#### **4.8.9 Riempimenti e sottofondi**

I materiali impiegati per riempimenti e sottofondi devono presentare caratteristiche granulometriche uniformi per evitare che diversi contenuti di umidità del terreno provochino delle variazioni di volume localizzato e assestamenti differenziati.

I rinterri contro strutture, vasche, tubazioni e pozzetti devono essere realizzati con materie sciolte, o ghiaiose, escludendo in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono, si gonfiano e generano spinte.

L'esecuzione dei riempimenti deve procedere per strati orizzontali di eguale altezza, mai superiore a  $20 \pm 30$  cm, usando ogni diligenza per disporre le materie ben sminuzzate con la massima regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le opere di fondazione ed evitare sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Gli strati devono essere compattati.

I materiali di riempimento non potranno essere scaricati direttamente contro le strutture, ma dovranno essere depositati in vicinanza dell'opera per essere ripresi poi e trasportati con mezzi idonei al momento della formazione dei suddetti rinterri o riempimenti.

Nella movimentazione delle terre l'Appaltatore dovrà provvedere sempre alla pilonatura delle terre secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei lavori.

#### **4.8.10 Costipamento**

Le macchine e le metodologie da impiegare per le operazioni di costipamento devono essere conformi a quelle elencate e descritte dalla norma UNI ISO 10006 in relazione alla natura del terreno, al grado di compattazione richiesto e alle condizioni di intervento. Durante l'esecuzione del costipamento è necessario verificare continuamente il contenuto d'acqua in sito e la densità raggiunta dopo il costipamento.

La densità in sito deve raggiungere uniformemente il 90 % in rapporto alla differenza tra la densità in sito dello strato di terreno idoneo alla posa, prima del costipamento e quella massima ottenuta in laboratorio secondo bollettino secondo il metodo AASHO o AASHTO modificato.

## **5 PALANCOLE PROVVISORIE**

Si definiscono le caratteristiche tecniche, le modalità di esecuzione e di accettazione delle opere di infissione di palancole provvisorie che devono essere rimosse al termine delle opere di scavo.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali e i mezzi necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre, le opere provvisoriali, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **5.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Gli elementi devono essere rispondenti alle norme tecniche di cui al D.M17.01.2018 e alla legge emanate in 1086/71. I materiali metallici devono essere qualificati: la marcatura deve essere leggibile ed il produttore deve accompagnare ogni fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione di qualificazione di ogni prodotto fornito.

Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alla norma UNI EN 10248-1 - Palancole laminate a caldo di acciai non legati - Condizioni tecniche di fornitura.

#### **5.1.1 Certificazioni prodotti**

Tutti i prodotti forniti dall'Appaltatore devono presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo ed essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. La marchiatura deve risultare depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prescritta da D.M.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del DM 17.01.2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate. I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

#### **5.1.2 Tolleranze delle palancole**

Le tolleranze ammesse sugli elementi PU22 sono:

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| - Massa:                       | ± 5%                  |
| - Lunghezza:                   | ± 200 mm              |
| - Altezza per H > 300 mm:      | ± 7 mm                |
| - Larghezza:                   | ± 2%                  |
| - Rettilineità:                | 0,2 % della lunghezza |
| - Fuori squadra all'estremità: | ± 2% della larghezza  |

## **5.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE OPERE**

L'ubicazione e l'andamento, altimetrico e planimetrico, dei palancolati devono essere conformi alle indicazioni di progetto o alle disposizioni impartite dalla D. L. in fase di esecuzione.

### **5.2.1 Tolleranze di esecuzione**

Le tolleranze di esecuzione ammesse sono:

- deviazione dall'allineamento teorico: non superiore a  $\pm 50$  mm ogni 10 m;
- deviazione in verticale dalla quota teorica:  $\leq 50$  mm in testa e  $\leq 20$  mm al piede;
- deviazione dalla verticale:  $\leq 1,5\%$  della lunghezza nel piano della paratia e  $\leq 1\%$  della lunghezza nel piano perpendicolare alla paratia.

### **5.2.2 Controlli in fase esecutiva**

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conterà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm.

Al termine della infissione, l'Impresa dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo del palo e della palanca, riportato sulla planimetria di progetto;
- dati tecnici della attrezzatura;
- tempo necessario per l'infissione;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile);
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti;

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Impresa dovrà comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

## **5.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEI MATERIALI**

### **5.3.1 Acciaio S 355 GP**

Acciaio per palancole laminate a caldo S355 GP secondo UNI EN 10025

Caratteristiche tecniche:

- |  |            |
|--|------------|
| - limite di snervamento:               | 355 MPa    |
| - Carico limite di rottura a trazione: | 510 MPa    |
| - Modulo elastico                      | 210000 MPa |

## **5.4 MODALITÀ ESECUTIVE**

#### **5.4.1 Preparazione dei piani di lavoro**

I piani di lavoro devono essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa delle palancole.

#### **5.4.2 Attrezzature**

L'Impresa dovrà comunicare alla D.L. le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni. L'attrezzatura d'infissione dovrà avere caratteristiche conformi a quanto autorizzato dalla D.L. allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su una cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palanca da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'infissione stessa.

L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm.

Il martello a caduta libera è utilizzabile in tutte le condizioni e con tutti i profili disponibili. Adottare un rapporto da 1:1 a 2:1 tra il peso del martello e la somma dei pesi della palanca e del casco di battitura.

Il martello diesel ha rese ottimali in terreni coesivi o molto densi. In aree con caratteristiche normali, adottare un rapporto da 1:2 a 1.5:1 tra il peso del martello e la somma dei pesi della palanca e del casco di battitura.

Il martello idraulico è adatto sia all'infissione che all'estrazione delle palancole e può operare con qualunque angolo d'inclinazione, sopra e sotto il livello dell'acqua. Per terreni con caratteristiche normali, adottare un rapporto da 1:1 a 1:2, tra peso del martello e la somma dei pesi della palanca e del casco di battitura. Un martello pesante a corsa breve è sempre preferibile per ridurre al minimo sia i danni alla testa della palanca che il livello di rumore.

Il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico.

Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

La D.L., a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

### **5.4.3 Infissione**

Il sistema d'infissione più appropriato deve essere determinato in relazione alle condizioni topografiche e geologiche del sito. In caso di utilizzo di martelli utilizzare il casco di battitura per proteggere le palancole durante l'infissione.

Le palancole di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto dovranno essere infisse mediante le attrezzature autorizzate dalla D.L. , fino alla quota di progetto.

Durante l'infissione delle palancole deve essere adottata particolare cautela per evitare la torsione dei singoli elementi delle palancole avendo cura di seguire esattamente il tracciato dell'opera senza deviazioni.

Se necessario, al fine di facilitare le operazioni di infissione, si procederà all'esecuzione di perforazioni, a distruzione di nucleo, in corrispondenza dei giunti di connessione tra un profilo e l'altro.

Eventuali sfridi dovuti a guasti nelle operazioni di infissione o di estrazione o ad impossibilità di recupero per qualsiasi motivo, saranno a totale carico dell'Impresa.

In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

## **6 MICROPALI**

### **6.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Gli elementi devono essere rispondenti alle norme tecniche di cui al D.M17.01.2018 e alla legge emanate in 1086/71. I materiali metallici devono essere e qualificati: la marcatura deve essere leggibile ed il produttore deve accompagnare ogni fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione di qualificazione di ogni prodotto fornito.

#### **6.1.1 Certificazioni prodotti**

Tutti i prodotti forniti dall'Appaltatore devono presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo ed essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. La marchiatura deve risultare depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prescritta da D.M.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del DM 17.01.2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate. I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

### **6.2 TRACCIAMENTO**

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

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

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

### **6.3 MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE**

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercussione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percussione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

Completata la perforazione si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina). Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto indicato in progetto.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si procederà, valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione, con l'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Anche in relazione alle caratteristiche del terreno, non saranno eseguite iniezioni nei 5-6 m più superficiali del micropalo, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## **6.4 MICROPALI CON RIEMPIMENTO A GRAVITÀ O A BASSA PRESSIONE**

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni indicate al paragrafo precedente.

Completata la perforazione e rimossi i detriti si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria a bassa pressione mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

## **6.5 CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA SU MICROPALI**

Per ciascun micropalo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze:

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



- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;

Ogni micropalo non conforme alle tolleranze stabilite dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'impresa.

Oltre alle tolleranze sopra indicate, la D.L. dovrà effettuare i seguenti controlli.

Ciascun lotto, posto in opera, di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, le stesse dovranno essere prequalificate a carico dell'impresa

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati in appendice.

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

- in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- in base alla lunghezza dell'armatura.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela sul 10% dei micropali, sul quale si verificherà la rispondenza alle previsioni progettuali per la resistenza delle malte.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura del 10% dei micropali.

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

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

## **6.6 MATERIALI DA UTILIZZARE**

### **6.6.1 Armature tubolari**

Per le armature tubolari dei micropali, si useranno tubi di acciaio con o senza saldatura longitudinale con attestato di qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle NTC-Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018. Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio utilizzato dovranno essere conformi agli elaborati di progetto.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3,5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

### **6.6.2 Malte e miscele cementizie**

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a:

$R_{ck}$	$\geq$	30	MPa
----------	--------	----	-----

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua :	600 kg
cemento :	1200 kg
additivi	:10 ÷ 20 kg

con	un	peso	specifico	pari	a	circa:	$\gamma$	=	1.8	kg/dm <sup>3</sup>
-----	----	------	-----------	------	---	--------	----------	---	-----	--------------------

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m3 di prodotto finito:

acqua	:	300			kg
cemento	:	600			kg
additivi	:	5	÷	10	kg
inerti	:	1100	÷	1300	kg

## **6.7 DEMOLIZIONI**

Le eventuali demolizioni parziali necessarie per assecondare la fasistica realizzativa delle opere dovranno essere eseguite con mezzi idonei, concordati con la DL e avendo la massima cura nell'evitare il danneggiamento delle opere adiacenti. Tutti gli eventuali danni causati a seguito di imperizia nelle modalità operative dovranno essere ripristinati a cura dell'Appaltatore.

## **7 OPERE DI CALCESTRUZZO ARMATO GETTATO IN OPERA**

Si definiscono le caratteristiche tecniche, le modalità di esecuzione, di accettazione e collaudo, delle opere in calcestruzzo armato.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **7.1 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

#### **7.1.1 Aggregati per calcestruzzi**

Gli aggregati impiegati della produzione del calcestruzzo devono possedere marcatura CE, secondo D.P.R. 246/93. Il sistema di attestazione deve essere conforme a quanto prescritto nella Tab. 11.2.II del D.M. 17.01.2018. Gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo devono essere conformi, in riferimento alla destinazione d'uso, ai requisiti di cui alle norme UNI EN 12620:08 e UNI 8520-1-2:2005.

Il contenuto di sostanze nocive degli aggregati deve rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1 punto 12) deve risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) deve risultare inferiore allo 0.1%;
- non devono contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa devono evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

#### **7.1.2 Aggregati di riciclo**

E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III del D.M. 17.01.2018, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica saranno effettuate secondo i prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma UNI EN 12620:08; per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 ton di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

#### **7.1.3 Acciaio e armature**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.1 del D.M. 17.01.2018 e controllati con le modalità riportate ai punti seguenti del D.M. stesso che specifica le caratteristiche tecniche da sottoporre a verifica, i metodi di prova, le condizioni di prova e i sistemi di attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma UNI EN 10020:01.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve essere conforme alle prescrizioni di cui al § 11.3.1.5 delle Norme Tecniche.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Le norme tecniche sulle costruzioni, D.M. 17.01.2018, prescrivono l'esecuzione delle seguenti procedure di controllo degli acciai da cemento armato ordinario in barre, rotoli e reti elettrosaldate:

- controlli in stabilimento di produzione, per acciai da cemento armato ordinario, barre e rotoli;
- controlli su singole colate o lotti di produzione su richiesta di produttori qualificati;
- controlli nei centri di trasformazione, o nei luoghi di lavorazione delle barre da eseguirsi sulle forniture;

- controlli di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

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

Prima della fornitura in cantiere le armature metalliche possono essere saldate, pre-sagomate (staffe, ferri piegati, ecc.) o pre-assemblate (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle Norme Tecniche.

#### **7.1.4 Conglomerato cementizio**

Il conglomerato deve essere prodotto in controllo di qualità, con lo scopo di monitorare che il conglomerato prodotto rispetti la resistenza caratteristica definita in sede di progetto.

L'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve garantire, attraverso idonee prove preliminari, la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato utilizzata per la costruzione dell'opera. Tale garanzia si estende anche al calcestruzzo fornito da terzi. L'Appaltatore resta comunque responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.2.5 del D.M. 17.01.2018.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove devono essere eseguite dai laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

Nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato, l'Appaltatore, nella relazione di pre-qualifica deve fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;

- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);
- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

### **7.1.5 Calcestruzzo preconfezionato**

In accordo alle Norme Tecniche sulle Costruzioni (D.M.17.01.2018) il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo della Produzione (FPC) effettuata in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206/1:2021 ed UNI 11104:2016.

Sul calcestruzzo devono essere effettuate le fasi valutazione preliminare della resistenza per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.

Ad ogni consegna di calcestruzzo a "prestazione garantita" sarà fornita una scheda numerata serialmente.

Le schede indicheranno: data, nome del Fornitore, località in cui è ubicato l'impianto di produzione, marca e tipo del cemento impiegato, classe del conglomerato, classe di consistenza al getto, rapporto acqua/cemento (a/c), eventuali additivi aggiunti, numero dell'automezzo che effettua il trasporto, ora di partenza e ora di arrivo al cantiere, quantità di prodotto, dimensione massima dell'aggregato impiegato ed eventuale dettagli sulla miscela.

Il calcestruzzo preconfezionato deve provenire da impianti dotati di capacità produttiva, ed attrezzature di trasporto sufficienti a consegnare le miscele al ritmo richiesto e in ogni caso non inferiore a quello necessario ad assicurare, in un massimo di 60', carico e getto.

## **7.2 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**

### **7.2.1 Controlli e prove sugli aggregati**

I controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV del DPR n.246/93.

I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a

ciascuna caratteristica.

### **7.2.2 Controlli e prove sul calcestruzzo**

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 - Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620:06 - al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

Il controllo delle caratteristiche strutturali sul calcestruzzo fresco e indurito si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare del mix-design, della resistenza e delle caratteristiche reologiche delle miscele;
- Valutazione preliminare di campionature fuori opera per verifica del livello di finitura secondo le prescrizioni di natura strutturale e architettonica;
- Controllo di accettazione;
- Controlli supplementari in fase di esecuzione;
- Prove di carico e complementari.

Le prove supplementari di valutazione preliminare, di controllo e di accettazione, non prescritte a norma di legge, sono disposte dalla D.L. a suo insindacabile giudizio.

Le prove devono essere condotte secondo quanto riportato ai paragrafi successivi, in conformità alle prescrizioni di legge e agli specifici metodi di prove di cui alle norme UNI EN armonizzate.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le forniture non conformi alle prescrizioni di progetto e alle specifiche del presente documento.

### **7.2.3 Valutazione preliminare della resistenza**

Per ogni miscela omogenea devono essere sottoposti all'approvazione della D.L. la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati: certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, degli additivi, ecc).

Prima dell'inizio della fornitura l'Appaltatore deve consegnare al Direttore dei Lavori copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da documenti riportanti gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

L'accettazione del calcestruzzo "a prestazione garantita", è subordinata alla verifica della sua conformità alle prescrizioni di progetto.

Il controllo è eseguito sulle caratteristiche di:

- classe di resistenza;
- classe di consistenza;
- classe di aggressività ambientale;
- rapporto acqua/cemento;
- tipo e classe del cemento;
- dimensione massima dell'inerte;

Le prove di verifica saranno effettuate secondo la frequenza stabilita dalle normative vigenti. A insindacabile giudizio della D.L. potrà essere disposta l'esecuzione delle prove con maggiore frequenza.



È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto. L'Appaltatore è responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, anche sul calcestruzzo fornito da terzi.

Gli impianti di produzione devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

#### **7.2.4 Valutazione preliminare delle caratteristiche del calcestruzzo tipo SCC**

Oltre alle verifiche di conformità previste per legge, l'accettazione del calcestruzzo tipo SCC "a prestazione garantita", è subordinata alla valutazione di conformità delle seguenti caratteristiche:

- capacità di scorrimento: slump-flow, valutata mediante cono di Abrams;
- resistenza alla segregazione, valutata mediante prova di svuotamento dell'imbuto V-funnel;
- resistenza alla segregazione, valutata mediante prova della perdita di massa (Linee Guida);
- mobilità del cls in spazi ristretti o "passing ability", valutata mediante scatola ad L o anello giapponese (J-ring);

Le prove di verifica saranno effettuate secondo la frequenza stabilita dalle normative vigenti. A insindacabile giudizio della D.L. potrà essere disposta l'esecuzione delle prove con maggiore frequenza.

È tassativamente vietato modificare senza approvazione della D.L. la miscela del calcestruzzo di progetto. L'Appaltatore è responsabile della garanzia sulla qualità del conglomerato, anche sul calcestruzzo fornito da terzi.

Gli impianti di produzione devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite

dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive dovrà verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

### **7.2.5 Controlli di accettazione**

Il controllo di accettazione deve essere eseguito su miscele omogenee. In funzione del quantitativo di conglomerato accettato, si articola in:

- controllo tipo A di cui al punto 11.2.5.1 per quantitativi di miscela omogenea non maggiori di 300 mc;
- controllo statistici di tipo B di cui al punto 11.2.5.2 obbligatorio per costruzioni con più di 1500 mc di miscela omogenea.

Ogni controllo di accettazione di tipo A riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc ed è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto deve essere comunque effettuato almeno un prelievo.

Il controllo di tipo B è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc.

Le prove di accettazione sono eseguite in conformità al punto 11.2.5 del D.M. 17.01.2018, il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo sarà accettato dalla D.L. se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tabella 11.2.I. Eventuali forniture non conformi saranno rifiutate.

### **7.2.6 Controlli in corso d'opera**

Il Direttore dei Lavori dispone controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche degli aggregati costituenti il conglomerato fornito a quelle stabilite dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Prove sugli aggregati:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles, resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido;

### **7.2.7 Controlli in corso d'opera per calcestruzzo SCC**

Durante il corso dei lavori delle opere in calcestruzzo autocompattante per finitura a vista si prescrive

l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità e della omogeneità della miscela del calcestruzzo.

- prova cono di Abrams;
- prova di svuotamento imbuto V-funnel;
- prova della perdita di massa;
- prova scatola ad L (o anello giapponese J-ring);
- ritiro;
- pull-out.

In corso d'opera sanno inoltre controllate periodicamente, con frequenza stabilita a discrezione della D.L. :

- la provenienza e la fornitura degli inerti utilizzati per la composizione del calcestruzzo (bolle di fornitura dell'inerte alla centrale di betonaggio);
- la provenienza e la fornitura del cemento, che deve provenire sempre dallo stesso stabilimento di produzione, (bolle di fornitura dell'inerte alla centrale di betonaggio);
- le caratteristiche e i dosaggi degli additivi e delle aggiunte utilizzati per la composizione del calcestruzzo (bolle di fornitura alla centrale di betonaggio).

### **7.2.8 Controlli dell'acciaio per armature**

I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti in ottemperanza a quanto prescritto al paragrafo 11.3.2.3 del D.M. 17.01.2018, presso laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui al punto precedente. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

## **7.3 PROVE SUI MATERIALI**

Le prove sul calcestruzzo devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate da laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

### **7.3.1 Provini preliminari**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore, in accordo con D.L., predisporrà presso l'impianto di betonaggio prescelto, un impasto di qualifica, con i materiali e le proporzioni indicate nella certificazione presentata in sede di offerta.

La resistenza di tale impasto dopo 28 giorni, determinata su provini cubici aventi spigolo di cm 16, non deve essere inferiore a quella indicata sugli elaborati grafici di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore deve presentare la documentazione relativa ad una serie di prove di

qualificazione, eseguita su campioni di cls allo scopo di fornire i parametri più significativi delle caratteristiche del medesimo, accompagnata dalle composizioni granulometriche degli aggregati impiegati.

### **7.3.2 Prelievo dei campioni**

Il prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri ed alla presenza del Direttore dei lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

Il Direttore dei Lavori provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare espresso riferimento a tale verbale.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del conglomerato stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

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

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

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

- identificazione del campione;
- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura, ecc);
- identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
- data e ora di confezionamento dei provini;

La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo deve riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

### **7.3.3 Prove sul calcestruzzo autocompattante SCC**

Le prove sul calcestruzzo autocompattante fresco devono essere disposte dal Direttore dei Lavori ed essere eseguite e certificate, in conformità alle norme tecniche di seguito elencate, presso laboratori autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

UNI 11040:2003	Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli
UNI 11041:2003	Prova sul calcestruzzo autocompattante fresco - Determinazione dello spandimento e del tempo di spandimento

Il campionamento ed il controllo di accettazione deve essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

### **7.3.4 Prove sull'acciaio per armature**

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, deve essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc.).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni dei punti 11.3.2.10 e 11.3.2.11 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore deve essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione deve essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, deve essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

## **7.4 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Durante il corso dei lavori la D.L., richiederà il confezionamento di provini supplementari (oltre a quelli previsti per normativa), per l'esecuzione delle seguenti prove atte a garantire il controllo della qualità:

- durezza degli inerti;
- prova Los Angeles – resistenza alla frantumazione;
- prova Micro Deval ad umido.

La D.L. richiederà inoltre misure della consistenza del calcestruzzo con il metodo del cono (SLUMP), in accordo con la Norma UNI EN 206-1.

Per opere in calcestruzzo ad alto livello qualitativo sono disposti specifici controlli in corso d'opera; per la definizione dei controlli supplementari si rinvia ai paragrafi relativi alle prescrizioni particolari per opere in calcestruzzo.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rendesse necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

### **7.4.1 Controlli supplementari della resistenza a compressione**

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in

opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso prove non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Per la modalità di determinazione della resistenza in situ si potrà fare riferimento alle norme EN 12504-1 e 2.

### **Carotaggi**

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniqualvolta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma UNI EN 13791.

### **Zona di prelievo**

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Devono essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;
- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

### **Prove di carico**

L'appaltatore deve fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli deve predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

## **7.5 COLLAUDO**

Ai fini dell'accettazione finale delle opere, queste saranno sottoposte al Collaudo provvisorio e Ufficiale, eseguito in accordo alla Legge 5.11.1971 n. 1086, da parte di un Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

**Collaudo provvisorio**

Consisterà nell'esecuzione dei seguenti controlli e verifiche:

- controllo dei certificati delle prove eseguite sull'acciaio e sui calcestruzzi;
- controllo della buona esecuzione dei manufatti, e della omogeneità e assenza di porosità delle superfici, (assenza di fessurazioni, sbrecciature ecc.);
- verifica della conformità di quanto eseguito con i disegni di progetto.

**Collaudo definitivo**

Sarà effettuata una ricognizione delle opere eseguite per accertare che siano state ottemperate tutte le prescrizioni fatte in sede di collaudo provvisorio e che nel periodo di tempo trascorso non si siano manifestati cedimenti o altri danni e che le stesse non presentino alcun segno di degrado dovuto all'uso normale.

**7.6 MODALITA' DI MISURAZIONE****Strutture**

Le fondazioni, i muri, i solai e tutte le opere in cemento armato in genere sono valutate in base al loro volume escludendosi dagli oneri le armature metalliche e le casserature.

I prezzi comprendono e compensano la fornitura e posa in opera degli impasti, la mano d'opera, le attrezzature ed i macchinari per la confezione, i ponti di servizio L'impiego di eventuali additivi aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa darà diritto unicamente al compenso relativo a detti materiali.

Per gli elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietre artificiali), la misurazione sarà effettuata, ove non diversamente disposto nei singoli prezzi, considerando il minimo parallelepipedo retto di base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo ed il prezzo è comprensivo oltre che dell'armatura metallica, anche di ogni onere di collocazione in opera.

**Casseri**

Le casseforme, per tipologia di cassero, sono computate in base allo sviluppo delle facce a contatto dei getti. Il prezzo è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, della mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia.

L'onere delle armature di sostegno delle casseforme è compreso nel prezzo delle stesse fino a 4,50 m di altezza misurata dal fondo del cassero al piano di appoggio.

**Acciaio per strutture in cemento armato**

La massa delle barre di acciaio normale per l'armatura delle strutture in conglomerato cementizio verrà determinata mediante la massa teorica corrispondente alle varie sezioni resistenti e lunghezze risultanti dai calcoli e dagli esecutivi approvati.

Il prezzo comprende e compensa la fornitura, la lavorazione al banco, le legature, la posa in opera entro le casseforme.

**7.7 TOLLERANZE DIMENSIONALI**

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono



riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

Fondazioni: travi, platee, solettoni ecc:

- |   |  |
|---|--|
| - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto | $S = \pm 3.0 \text{ mm}$                   |
| - dimensioni in pianta                                | $S = - 3.0 \text{ mm o } + 5.0 \text{ mm}$ |
| - dimensioni in altezza (superiore)                   | $S = - 0.5 \text{ mm o } + 3.0 \text{ mm}$ |
| - quota altimetrica estradosso                        | $S = - 0.5 \text{ mm o } + 2.0 \text{ mm}$ |

Solette per impalcati, solai in genere:

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| - spessore:                     | $S = -0.5 \text{ mm o } + 1.0 \text{ mm}$ |
| - quota altimetrica estradosso: | $S = \pm 1.0 \text{ mm}$                  |

Vani, cassette, inserterie:

- |  |                          |
|--|--------------------------|
| - posizionamento e dimensione vani e cassette: | $S = \pm 1.5 \text{ mm}$ |
| - posizionamenti inserti (piastre boccole):    | $S = \pm 1.0 \text{ mm}$ |

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

## **7.8 MODALITA' DI ESECUZIONE OPERE IN CALCESTRUZZO**

### **Deposito e conservazione dell'acciaio in cantiere**

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice deve depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per i cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura devono essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

### **Lavorazioni dell'acciaio in cantiere - raggi minimi di curvatura**

Il diametro di piegatura non deve provocare fessure nella barra e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

I valori minimi di piegatura sono stabiliti dall'Eurocodice 2, paragrafo 8.3, tab. 1.12.

*Tab. 1.12 – Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate*

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
$\phi \leq 16 \text{ mm}$	$4 \phi$
$\phi > 16 \text{ mm}$	$7 \phi$

### **Piegatura del ferro e formazione delle gabbie**

Non devono essere poste in opera armature ossidate, corrose o con difetti superficiali tali da ridurre la resistenza o l'aderenza al conglomerato delle barre stesse.

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate in conformità ai disegni.

La piegatura deve essere fatta meccanicamente, mai a caldo, a mezzo di piegaferri.

I mandrini devono avere raggio tale da evitare deformazioni dannose. Detto raggio dipenderà dal diametro

dei tondini in lavorazione.

Le giunzioni di barre saranno consentite solo quando la lunghezza commerciale delle stesse è inferiore a quella necessaria.

Le eventuali giunzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minor sollecitazione; ciascuna giunzione inoltre non deve interessare una sezione metallica superiore al 30% di quella complessiva.

Le giunzioni possono essere eseguite mediante sovrapposizione delle barre secondo le prescrizioni dei disegni di progetto, le sovrapposizioni che coinvolgono più barre devono, per quanto possibile, essere sfalsate. In nessun caso sono accettate sovrapposizioni inferiori a 40 volte il diametro delle armature interessate.

Le fondazioni fungono da dispersori naturali dell'impianto di messa a terra e le armature in acciaio sono utilizzate per la realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

La continuità elettrica dei ferri di armatura dovrà essere assicurata in conformità all'art. 1.2.17 della Norma CEI 81.1 (resistenza tra due punti  $\leq 0,1$  ohm al passaggio di una corrente di 10A. In ogni caso al fine di realizzare la continuità elettrica richiesta, si prescrive che alcuni tondini facenti parte di elementi strutturali (plinti, pilastri, travi, ecc.) vengano saldati elettricamente in corrispondenza delle giunzioni. Il medesimo provvedimento deve essere applicato ad alcuni tondini delle strutture verticali ed orizzontali.

Il posizionamento delle armature metalliche nei casseri, deve essere eseguita in conformità agli elaborati di progetto, rispettando scrupolosamente la distanza minima del copriferro.

La distanza minima netta tra le barre deve essere almeno pari al diametro delle medesime, in ogni caso non inferiore al diametro massimo dell'inerte impiegato per il calcestruzzo.

Qualora il getto sia eseguito controterra deve essere assicurato un ricoprimento netto dell'armatura pari a 40 mm.

Il posizionamento di ciascun ferro sulle staffe deve essere ottenuto mediante legatura con filo di ferro in modo da ottenere una gabbia entro la quale i ferri non possono muoversi.

La gabbia deve essere mantenuta in posizione all'interno dei casseri mediante opportuni distanziatori di materia plastica in modo che, a getto ultimato, la posizione delle armature metalliche risulti quella indicata nei disegni di progetto.

### **Esecuzione dei casseri**

Tutte le strutture in c.a. devono essere eseguite con casseforme lisce e scarsamente assorbenti per ottenere superfici regolari ed assolutamente piane ed omogenee per qualità, colore e finitura. I casseri devono essere sufficientemente rigidi in modo da non aver deformazioni apprezzabili al momento del getto e della vibratura del calcestruzzo. L'unione tra i vari elementi deve essere tale da impedire il più possibile la fuoriuscita di malta durante il getto.

Prima del getto le casseforme devono essere pulite e presentarsi prive di qualsiasi traccia di materiale, polvere, terriccio che possa compromettere l'estetica del manufatto.

E' assolutamente vietato impiegare casseri sporchi e privi di superficie liscia ed omogenea.

Sulla faccia esterna dei getti contro terra, la chiusura dei fori dei distanziatori deve essere integrata con una opportuna sigillatura per impedire l'eventuale ingresso di acqua e la sua fuoriuscita sulla faccia esposta.

Per facilitare il disarmo, la superficie delle casseforme deve essere convenientemente trattata con prodotti disarmanti, i quali non devono combinarsi con gli impasti, pregiudicarne la presa o condizionare in alcun modo la perfetta riuscita del getto.

L'impiego di prodotti disarmanti deve essere approvato dalla D.L. a mezzo di autorizzazione scritta. Le casseforme devono essere trattate con un unico prodotto.

Su casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si devono usare prodotti disarmanti con agente tensioattivo in quantità controllata, la vibrazione deve essere contemporanea al getto.

I prodotti devono essere impiegati secondo i dettami della Ditta produttrice ed essere applicati in strati omogenei continui.

### **Predisposizione di fori, tracce e cavità**

L'appaltatore ha l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, ecc.

In particolare devono essere predisposti tutti i fori e le asole di illuminazione, di ventilazione, ascensori, ecc. e necessari per il passaggio degli impianti tecnologici (elettrico, termico, antincendio, idrico, espulsione aria e fumi ecc.) e degli impianti speciali (frigorifero, antintrusione, televisivi ecc.), anche non esplicitamente indicati negli elaborati progettuali, che si dovessero rendere necessari.

D.A. e D.L. comunicherà all'Appaltatore ogni particolare esigenza che potrebbe sorgere durante l'esecuzione dei lavori, per quanto riguarda l'esecuzione di nuove predisposizioni. L'Appaltatore svilupperà quindi tutti i particolari costruttivi necessari allo sviluppo di queste nuove lavorazioni, avendo cura di indicare chiaramente tutte le soluzioni tecnologiche e geometriche. Tali soluzioni saranno sottoposte all'approvazione della D.L. e D.A. per approvazione.

### **Impasti**

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato.

Il rapporto a/c sarà determinato tenendo conto dell'umidità degli inerti.

Il rapporto a/c, deve essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato, e alle caratteristiche di esposizione del manufatto, al fine di garantire la durabilità del materiale.

L'impiego degli additivi deve essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

La resistenza caratteristica dei conglomerati impiegati nella realizzazione delle opere deve essere rispettare rigorosamente le prescrizioni di progetto.

In nessun caso possono essere impiegati conglomerati strutturali con resistenza caratteristica inferiore a 16/20 N/mm<sup>2</sup> o superiore a 45/55 N/mm<sup>2</sup>.

Si ricorda infine che l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica 45/55 N/mm<sup>2</sup> è richiesta l'esecuzione di controlli statistici sia preliminari che in corso di impiego.

### **Getto del conglomerato**

Prima di effettuare il getto, deve essere controllata la perfetta pulizia delle parti interne dei casseri e dei ferri i quali non devono presentare superfici unte o arrugginite.

Si procederà poi alla bagnatura del cassero come di ogni altro elemento assorbente con il quale il conglomerato può venire a contatto.

I getti di regola non possono essere effettuati con temperature tali per cui ci sia pericolo di gelo e comunque non inferiori a -5° C. L'eventuale uso di additivi antigelo deve essere autorizzato dalla D.L. a mezzo di comunicazione scritta; devono pure essere evitati getti con elevate temperature ambiente.

Per evitare la separazione dei componenti non devono essere effettuati getti da altezze superiori ai m 2,00. Contemporaneamente al procedere del getto si deve provvedere all'accurata costipazione e/o vibratura dello stesso. Devono essere impiegati vibratorii ad immersione cilindrici, oppure a lama nel caso ci siano ferri molto riavvicinati.

Vibratorii da collegare ai ferri o ai casseri saranno usati solo nell'impossibilità di usare gli altri e solo su autorizzazione scritta della D.L.

La vibratura deve interessare possibilmente anche gli strati gettati in precedenza; deve inoltre essere condotta in modo uniforme e senza soluzione di continuità; deve essere sospesa all'apparire di un velo d'acqua e cemento sulla superficie.

Le riprese dei getti devono di regola essere evitate; qualora si rendessero necessarie, bisognerà eseguirle nelle zone di minor sollecitazione.

All'atto della ripresa del getto, si avrà cura di pulire perfettamente e di bagnare a saturazione le superfici delle parti già indurite con boiaccia di cemento.

L'ordinamento degli ancoraggi dei casseri (generalmente distanziatori con elementi in plastica a perdere) va concordato con la D.L. poiché si dà assoluta importanza alla ordinata distribuzione delle forature coniche.

### **Stagionatura**

Il calcestruzzo deve essere protetto da perdite di umidità, rapidi cambiamenti di temperatura, e danni derivanti da pioggia o acque scorrenti, per un periodo non inferiore a 7 giorni (3 giorni per cemento a presa rapida) dopo il getto.

Nella norma, qualora non siano prescritte tipologie di calcestruzzo ad alta prestazione, la stagionatura può essere ottenuta attraverso uno dei seguenti metodi:

- stagionatura ad acqua: mantenere le superfici continuamente umide per mezzo di dispositivi a spruzzo o altri dispositivi approvati;
- stagionatura a sabbia saturata: coprendo la superficie con uno spessore minimo di sabbia di circa 4 cm, uniformemente distribuito, e mantenendolo continuamente saturo d'acqua;
- stagionatura a carta: coprendo la superficie con carta impermeabile conforme alle norme, o coprendo la superficie con fogli di polietilene opaco (fissare saldamente e sigillare tutti i bordi e le estremità).

Possono essere utilizzati prodotti stagionanti, trattamenti tipo "curing" solo previa specifica approvazione della D.L.

Tali prodotti non devono mai essere utilizzati su superfici di riprese di getto.

Ulteriore stagionatura del calcestruzzo dopo la rimozione delle casseforme potrà essere prescritta dalla D.L. in sede di cantiere.

**Disarmo**

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore deve attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, devono essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi devono essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, devono essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

## **8 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

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

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

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superfici in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto.

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

## **9 OPERE IN CALCESTRUZZO PREFABBRICATO**

Il presente capitolo definisce le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per la fornitura e posa in opera di strutture prefabbricate.

Le opere in affidamento comprendono la verifica e la compilazione del progetto dei prefabbricati, la relazione di calcolo, gli schemi statici, il programma di fabbricazione, il trasporto e il montaggio.

Sono a carico ed onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge.

Le lavorazioni comprendono i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **9.1 PRESCRIZIONI REALTIVE ALLA FORNITURA E AI REQUISITI TECNICI**

#### **9.1.1 Modalità di fornitura**

Gli elementi prefabbricati devono essere forniti completi di tutti gli elementi e inserti con funzione strutturale conformi allo schema statico assunto. Devono essere corredati degli apparecchi di appoggio, di piastre di collegamento, armature di completamento e di ogni altro accessorio atto al completamento del montaggio delle strutture compresi: bulloni, rondelle, tasselli e saldature.

La fornitura deve essere corredata dalla relazione di calcolo e da tutte le certificazioni dei materiali e degli elementi necessarie ai fini dalla presentazione della pratica al Genio Civile.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da:

- Documenti di identificabilità e qualificazione dei materiali e dei prodotti;
- Istruzioni relative alla procedure di trasporto e montaggio;
- Progetto costruttivo;
- Certificato di origine, per elementi di serie qualificati;

La copia del Certificato d'origine garantisce la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, il certificato deve riportare il nominativo del progettista e copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. Il produttore, firmando il certificato di origine si assume, per i manufatti forniti, le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore.

E' compresa nella fornitura l'assistenza di tecnici specializzati che, di concerto con la D.L., hanno il compito di:

- valutare l'accessibilità al cantiere e alle zone di montaggio per gli automezzi;
- programmare le varie fasi di montaggio;
- produrre gli schemi di montaggio e protezione da sottoporre alla D.L.
- redigere il programma lavori esplicitando le varie fasi di lavoro con le relative durate.
- dimensionare la superficie necessaria allo stoccaggio in cantiere;
- sovrintendere ai lavori di montaggio in opera della struttura fornita;

- produrre tutta la documentazione tecnica necessaria al collaudo statico delle opere;
- fornire l'assistenza necessaria all'effettuazione delle prove e del collaudo.

Ogni elemento componente la fornitura deve essere individuabile a mezzo di piastrina, riportante la numerazione caratteristica prevista sui disegni costruttivi e quanto altro necessario per consentire il controllo da parte di D.L.

I manufatti devono presentarsi perfettamente integri. I manufatti danneggiati durante il montaggio ed il trasporto devono essere ripristinati a cura ed onere del Fornitore, in modo da ripristinare l'integrità del pezzo. Nel caso il danno sia tale da pregiudicare l'efficienza statica e/o estetica del manufatto, il Prefabbricatore è tenuto a sostituirlo.

Il prefabbricatore deve inviare per tempo ogni inserto di collegamento da predisporre nelle strutture e necessario al montaggio e alla stabilità dei componenti secondo quanto indicato nei disegni costruttivi di officina e dal programma delle fasi di montaggio approvato dalla D.L.

Tutti gli elementi prefabbricati (trave, solaio, pannello, ecc.) devono essere dotati di piastre in acciaio per realizzare, attraverso il mutuo collegamento delle stesse, l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche e la rete equipotenziale. I dispositivi per la protezione contro le scariche atmosferiche e la rete equipotenziale devono essere collegati con dispersori a terra.

Le operazioni di trasporto, scarico, montaggio e ogni operazione successiva, compresa l'assistenza al collaudo, si intendono comprese nella fornitura e devono essere effettuate da personale e da mezzi della ditta fornitrice.

Nell'esecuzione della fornitura e dei lavori il fornitore deve operare in condizioni di sicurezza, attenendosi alle norme antinfortunistiche vigenti.

### **9.1.2 Documentazioni di accompagnamento**

Il progetto costruttivo e le istruzioni relative alle procedure di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, firmati dal Progettista e dal direttore Tecnico della produzione, secondo le proprie competenze, devono essere consegnati alla D.L. ai sensi del D.P.R. 380/2001.

La documentazione di accompagnamento si compone di:

- disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera, compreso l'elenco degli elementi forniti con relativi contrassegni;
- relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- per elementi di serie qualificati, certificato di origine firmato dal Produttore dal Direttore Tecnico responsabile della produzione;
- estratti del Registro di produzione attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo e copia dei certificati relativi alle prove; tali documenti, se disponibili devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti;



- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego e la manutenzione dei manufatti, da consegnare a conclusione dell'opera.

La documentazione deve riportare:

- il nominativo del Calcolatore delle opere;
- il nominativo del Direttore Lavori di costruzione in stabilimento;
- il nominativo del Direttore Lavori di montaggio.

### **9.1.3 Requisiti di accettazione dei materiali**

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati deve essere accompagnata da relazione di calcolo e da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche e i limiti d'impiego dei manufatti stessi.

### **9.1.4 Collaudo**

Il collaudo, preliminare, statico e definitivo sono condotti secondo le modalità stabilite dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore. In corso d'opera la D.L. può disporre collaudi preliminari.

#### **Collaudo statico a montaggio terminato**

Il Committente, per tramite di un Collaudatore a sua scelta, effettua il collaudo statico delle strutture.

E' onere della ditta fornitrice presentare al Collaudatore tutta la documentazione tecnica ed assistenza necessaria all'effettuazione delle prove. Collaudo definitivo

L'esito del collaudo definitivo, eseguito alla presenza di D.L. e del responsabile dei montaggi della ditta di prefabbricazione, è considerato positivo solo dopo la formalizzazione, con esito favorevole, del collaudo statico di legge.

### **9.1.5 Tolleranze dimensionali**

#### **Tolleranze elementi prefabbricati in cls**

Per tutti gli elementi contemplati nell'appalto l'Appaltatore deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| - lunghezza                            | $\pm 5 \text{ mm (*)}$ |
| - larghezza                            | $\pm 5 \text{ mm}$     |
| - altezza                              | $\pm 2 \text{ mm}$     |
| - svergolature per metro di lunghezza: | $\pm 1/1000$           |

(\*) le lastre predalle interferenti con le travi gettate in opera devono avere teste a taglio calibrato con tolleranza  $\pm 1 \text{ mm}$ .

### **9.1.6 Tolleranze di posa**

Per tutti gli elementi contemplati nell'appalto l'Appaltatore deve rispettare le seguenti prescrizioni:

- direzione longitudinale:  $\pm 5$  mm;
- direzione trasversale:  $\pm 5$  mm.

Per i getti di completamento l'Appaltatore deve rispettare quanto indicato di seguito:

- orizzontalità rispetto quota di progetto  $\pm 0$  mm

### **9.1.7 Prescrizioni generali per opere di montaggio**

#### **Trasporto**

Gli elementi prefabbricati durante il trasporto devono essere adeguatamente vincolati, seguendo le indicazioni fornite dal Progettista, tenendo presente che si potranno manifestare sollecitazioni dinamiche in relazione al tipo di veicolo prescelto ed all'itinerario da percorrere.

#### **Posa e regolazione**

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si devono prendere tutte le precauzioni necessarie per ridurre le sollecitazioni dinamiche (conseguenti ai movimenti per il posizionamento degli elementi e per evitare eccessive concentrazioni di sforzi).

Tutti gli inserti metallici devono essere puliti, resi pronti all'uso e liberi da eventuali materiali utilizzati con funzione provvisoria in fase di getto. A posa avvenuta i ganci di sollevamento devono essere tagliati e protetti con trattamento antiruggine.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto di tutte le tolleranze stabilite dal progetto esecutivo. Gli eventuali vincoli impiegati in fase di posa e lasciati in sito, devono risultare più deformabili del materiale di riempimento dell'unione, per evitare concentrazioni di sforzi.

#### **Dispositivi provvisori di vincolo**

Gli elementi prefabbricati, dopo essere stati posati e regolati, devono restare nella posizione assunta senza subire spostamenti durante il prosieguo dei lavori.

Per questo scopo, si possono usare dispositivi provvisori di vario tipo, il cui dimensionamento ed impiego richiede particolare attenzione per il carattere accidentale delle sollecitazioni cui questi saranno sottoposti, ma nel contempo tenendo di vista la loro provvisorietà.

#### **Esecuzione dei giunti e delle unioni**

Gli elementi prefabbricati devono essere collegati fra loro e con le strutture già esistenti in modo da realizzare la trasmissione delle sollecitazioni e permettere i movimenti, conformemente agli schemi statici assunti in fase di calcolo strutturale, senza che si producano lesioni nelle parti a contatto. In particolare per l'appoggio di elementi inflessi, non é consentito il contatto diretto di calcestruzzo con calcestruzzo.

I materiali impiegati nelle unioni devono avere una durabilità almeno pari a quella degli elementi da collegare e scarsa sensibilità alle variazioni di temperatura. Inoltre devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco pari a quelle degli elementi collegati.

## **Giunti**

I giunti devono garantire l'assenza di trasmissione di sforzi.

In particolare, per quelli aventi superfici affacciate si deve garantire un adeguato distanziamento delle superfici stesse per consentire i movimenti degli elementi conformemente a quanto definito in sede di progetto strutturale. Eventuali opere di finitura non devono pregiudicare il libero funzionamento del giunto.

## **Unioni**

Le unioni garantiscono la trasmissione degli sforzi conformemente a quanto determinato nell'ambito dell'analisi strutturale. Le unioni devono essere realizzate in modo tale che la trasmissione degli sforzi sia immediatamente mobilitata, senza cioè che avvengano assestamenti preventivi non espressamente previsti. Per quanto possibile, il calcestruzzo destinato a realizzare le unioni deve avere le stesse caratteristiche del calcestruzzo degli elementi prefabbricati, con inerte di dimensioni adeguate.

Per le unioni impieganti malta si richiede un forte dosaggio di cemento, in modo tale da ottenere per queste caratteristiche di ritiro contenute.

Prima dell'esecuzione dei getti richiesti nell'unione, si deve curare la pulizia e la umidificazione delle parti che saranno a contatto con il getto, per evitare in questo un eccessivo impoverimento d'acqua. Se ritenuto necessario, D.L. potrà richiedere l'utilizzo di promotori d'adesione a base epossidica.

Nelle unioni che impiegano adesivi, le superfici degli elementi prefabbricati da collegare devono essere consistenti, pulite, lisce e ravvicinate, in maniera che lo strato adesivo abbia uno spessore piccolo e uniforme, secondo le indicazioni della ditta produttrice.

Per tutte le unioni che impiegano adesivi sono obbligatorie prove preventive di resistenza e di durabilità, tenendo presente che gli adesivi sono sensibili alle variazioni di temperatura.

I getti devono essere ben compattati, preferibilmente con dispositivi meccanici, evitando fughe incontrollate di materiale. L'impasto deve avere una consistenza tale da facilitare il getto, consentire il perfetto riempimento dell'unione e la successiva compattazione.

Nelle unioni che impiegano elementi metallici, è necessario garantire che questi non abbiano a dar luogo a lesioni locali nel calcestruzzo adiacente. In quelle che impiegano elementi da saldare in situ, oltre ad assicurare la mutua corrispondenza di tali elementi, occorre prendere le necessarie precauzioni per proteggere il calcestruzzo adiacente da un eccessivo riscaldamento.

## **10 OPERE IN CARPENTERIA METALLICA**

Il presente capitolo definisce le modalità, le caratteristiche e le prescrizioni tecniche per l'esecuzione di opere di carpenteria metallica.

Sono a carico e ad onere dell'Appaltatore tutti i materiali necessari alla perfetta realizzazione e messa in opera delle opere di progetto, tutte le certificazioni dei materiali e tutte le prove di collaudo previste a norma di legge. La lavorazione comprende inoltre i piani di lavoro o ponteggi, le opere provvisorie, le casseforme, il trasporto, il carico e scarico dei materiali e la loro movimentazione.

### **10.1 PRESCRIZIONI GENERALI**

L'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018, della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» e della norma UNI EN 1993:05 - Eurocodice "Progettazione delle strutture di acciaio".

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» dell'Ord. P.C.M. n° 3519 28.04.2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire tutte le prestazioni elencate nel contratto di appalto per dare le opere compiute come precisato nella presente specifica e negli elaborati progettuali, in particolare quanto segue:

- l'accettazione scritta della relazione di calcolo redatto dal calcolatore delle strutture della Committente ai sensi dell'art. 1 della Legge 5.11.1971 n.1086;
- relazione finale del direttore del cantiere;
- il progetto strutturale esecutivo di officina completo di ogni dettaglio;
- la progettazione delle metodologie di montaggio e loro chiarificazione a mezzo di relazione scritta;
- le operazioni di tracciamento partendo dai capisaldi che verranno indicati dalla D.L.;
- la fornitura delle strutture in acciaio prefabbricate in officina;
- il trasporto dai luoghi di produzione a quelli di installazione;
- il montaggio delle strutture in acciaio;
- le piastre di base complete di tirafondi o di qualsiasi altro sistema di connessione alle strutture;
- tutta la bulloneria necessaria per il montaggio e l'assemblaggio delle strutture;
- gli elettrodi per l'esecuzione delle saldature in officina;
- l'assistenza durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici accessori nelle strutture esistenti, quali piastre, tirafondi, mensole di sostegno;
- i trattamenti di protezione alla corrosione, da eseguirsi in officina, compresi ritocchi in opera;
- l'esecuzione di tutte le prove sui materiali e sulle opere, secondo le prescrizioni di legge e le richieste della D.L. e del Collaudatore;
- l'esecuzione di tutte le prove di carico richieste, secondo le prescrizioni legislative e secondo le richieste della D.L.;

- quanto serve per dare l'opera completa e funzionante.

Fermi restando gli impegni a fronte di quanto sopra, da espletare nei termini richiesti dal programma generale dei lavori, all'Appaltatore è richiesto di sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni e i calcoli eseguiti nell'ambito delle prestazioni oggetto dell'appalto.

## **10.2 REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali metallici devono essere qualificati: la marcatura deve essere leggibile ed il produttore deve accompagnare ogni fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione di qualificazione di ogni prodotto fornito.

Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EN 10080:	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
UNI EN 10025:2005	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
UNI EN 10210:2006	Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali
UNI 10219:2006	Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate
UNI EN 10163/1/2/3:2005.	Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo
UNI EN ISO 1460:1997	Rivestimenti metallici. Rivestimenti su materiali ferrosi per immersione a caldo. Determinazione gravimetrica della massa per unità di area.
UNI EN ISO 1461:2009	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio. Specificazioni e metodi di prova

I materiali metallici in generale devono essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente in fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi devono risultare, all'analisi chimica, esenti da impurità e sostanze anomale e inoltre la loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare la corretta riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalle successive lavorazioni. Per la qualità, le prescrizioni e le prove meccaniche e tecnologiche si farà riferimento alle norme europee vigenti.

Gli acciai da costruzione non contemplati dalle presenti specifiche tecniche non possono essere impiegati in nessun caso.

## **10.3 CERTIFICAZIONI**

### **10.3.1 Certificazioni prodotti**

Tutti i prodotti forniti dall'Appaltatore devono presentare una marchiatura, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento all'azienda produttrice, allo stabilimento di produzione, al tipo di acciaio ed al suo grado qualitativo ed essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. La marchiatura deve risultare depositata presso il Ministero dei LL.PP., Servizio Tecnico Centrale. I materiali privi di marcatura o con marcatura anche parzialmente illeggibile saranno rifiutati dalla D.L. Copia della documentazione deve essere consegnata alla D.L.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n.246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prescritta da D.M.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del DM 17.01.2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

I certificati di prova emessi da laboratori incaricati, di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche di cui ai paragrafi: 11.3.2.11, 11.3.2.12, e 11.3.4.10.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

### **10.3.2 Certificazioni elementi strutturali**

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di cui sopra e dai certificati delle analisi chimiche e delle prove meccaniche rilasciate dalle ferriere.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata in aggiunta alla documentazione di cui al punto 11.3.1.5, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore dello stabilimento e dall'attestato di cui sopra.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali controlli che ritenga opportuni.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

## **10.4 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio devono essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni. A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo. Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori. La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessario, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086. L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa. Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C, D, da impiegare nelle costruzioni devono essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

### **10.4.1 Prove sui materiali**

I controlli in officina e in cantiere devono essere eseguiti a cura del Direttore dei lavori o del tecnico responsabile della fabbricazione. E' facoltà della D.L. esigere prove e verifiche in qualunque momento durante il corso dei lavori, sia sui materiali che sulle opere eseguite.

L'accertamento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono essere conformi alle prescrizione delle norme:

- UNI EN ISO 337:99- Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche;
- UNI 552:86 Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni;
- UNI EN 10002-1:04 Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente;
- UNI EN 10045-1:92 Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova;
- UNI EN ISO 7438:05- Materiali metallici. Prove di piega;
- UNI EN 10276: Analisi chimica dei materiali ferrosi;
- UNI EN 1011: Prove di qualificazione dei processi di saldatura.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

#### **10.4.2 Prove sulle saldature**

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 17.01.2018. I controlli saranno eseguiti presso Istituti indicati dalla Direzione Lavori da operatori qualificati almeno di secondo livello secondo UNI EN 473:2008-11. I relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

Il controllo della saldabilità degli elementi da unire e della qualità degli elettrodi impiegati, deve essere eseguito su almeno tre campioni lunghi 50 cm prelevati da membrature. Questi saranno tagliati a metà lunghezza, convenientemente preparati e saldati alla presenza della D.L., facendo uso degli elettrodi di cui si è previsto l'impiego.

Dette prove possono essere omesse se si impiegano elettrodi omologati secondo la norma UNI EN ISO 2560:10.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista. Le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità saranno conformi alle prescrizioni della EN 12062.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi saranno utilizzati metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

### **10.5 CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE**

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa deve essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali deve esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori. In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa deve redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità");
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina. La Direzione Lavori deve inoltre procedere alla verifica del controllo del peso delle reazioni vincolari.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Il grigliati forniti in opera, previa verifica del loro dimensionamento con metodo tabellare sui dati forniti dal produttore, devono ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11002-1-2-3. Il fornitore/posatore del



grigliato deve certificare la rispondenza della classe e della portata delle opere eseguite alle norme UNI citate.

## **10.6 COLLAUDO**

A fine lavori si procederà al Collaudo Ufficiale delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

Ai fini dell'accettazione finale tutte le opere di carpenteria metallica devono essere rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.), alle indicazioni riportate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici allegati alla denuncia delle opere, in ottemperanza alla Legge 1086/7.

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

Il collaudo statico dell'opera e le relative prove di carico devono rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. 17.01.2018.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, devono essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

Durante il collaudo verrà verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze riportate nelle presenti specifiche tecniche. Tutte le strutture devono essere eseguite in modo da risultare perfettamente omogenee, ben collegate ed allineate nei piani orizzontali e verticali, con spigoli vivi o smussati. Nel caso in cui le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare, a sua cura e spese, le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati. L'Appaltatore deve consentire alla D.L. e al Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo delle officine che abbiano attinenza con la fornitura e deve prestare, a sua cura e spese, tutta l'assistenza richiesta.

Se richiesto dalla D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie, ecc.), sia in corso d'opera che in fase di collaudo finale.

Le prove saranno integrate con un programma specifico di controllo delle saldature da attuare con metodi correnti quali ultrasuoni, radiografie, liquidi penetranti.

## **10.7 TOLLERANZE**

Le tolleranze materiali ammesse sono le seguenti:

- Spessori 0 mm;

Le tolleranze opere ammesse sono le seguenti:

- Dimensioni  $\pm 1$  mm;
- Posizioni  $\pm 1$  mm.

La tolleranza sulla lunghezza della lamiera deve essere inferiore a 2 mm; il taglio sulla lunghezza deve essere in squadra con una tolleranza che non supera un angolo di  $\pm 1^\circ$  di fuori squadra; non sono ammesse

deformazioni di nessun tipo dovute al taglio.

Resta inteso che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, non si devono sommare.

Qualora non fossero rispettate le tolleranze sopra indicate le opere eseguite non saranno accettate. Esse devono essere ripristinate in conformità al progetto a cura e spese dell'Appaltatore. Non saranno ammessi ritardi per rifacimenti/demolizioni e ricostruzioni.

## **10.8 NORME DI MISURAZIONE**

I manufatti in acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiere, lamiere ondulate, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno verificati dimensionalmente con riferimento ai disegni ed alle prescrizioni di progetto. La verifica del peso sarà effettuata con procedimenti adeguati di pesatura meccanica.

## **10.9 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **10.9.1 Acciaio**

I vari elementi che formeranno le opere strutturali e di completamento sono realizzate, secondo le indicazioni del progetto, con acciaio per costruzioni in carpenteria metallica tipo S 355 J2 G3 per elementi saldati e tipo S 355 J0 per elementi non saldati conforme alla norma UNI EN 10025.

### **10.9.2 Malta cementizia espansiva**

Malta cementizia espansiva, dotata di marcatura CE, applicabile mediante colaggio per spessori centimetrici tra piastra e fondazione o per inghisaggi. La malta deve essere caratterizzata da elevata fluidità e capacità di scorrimento per garantire il riempimento degli spazi sottopiastra e dei fori di inghisaggio, elevata adesione al calcestruzzo e all'acciaio e resistenza ai fenomeni di fatica.

Le prestazioni ottenute con una consistenza di 260 -270 mm, valutate secondo la norma UNI EN 12395/1, devono essere le seguenti:

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| - adesione al calcestruzzo UNI EN 12615 a taglio   | > 6 MPa               |
| - modulo elastico UNI EN 13412                     | 28.000 ( ± 2000 ) MPa |
| - resistenza a compressione UNI EN 12190           | 28 gg > 75 MPa        |
| - resistenza a trazione per flessione UNI EN 196/1 | 28 gg > 9 MPa         |

### **10.9.3 Resine per inghisaggi**

Resina vinilestere ibrida bicomponente ad elevate prestazioni, non contenente stirene, composta da leganti organici a base di resine, cariche minerali ed additivi in grado di incrementare le caratteristiche chimico-fisiche. Prodotto dotato di benestare tecnico europeo (ETA) e marcatura CE.

Caratteristiche qualitative:

- insensibilità all'umidità e all'acqua dopo la posa;
- ridotti fenomeni di ritiro in fase di polimerizzazione;

- viscosità calibrata;
- ottima tixotropia;
- non infiammabile, punto di infiammabilità > +100°C;

Prima dell'inizio dei lavori, con conveniente anticipo, l'Appaltatore deve presentare alla D.L., per approvazione, la scheda tecnica del prodotto che intende utilizzare.

Per la posa in opera l'Appaltatore farà riferimento, scrupolosamente, alle istruzioni allegate al prodotto.

## **10.10 DISEGNI COSTRUTTIVI DI OFFICINA**

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

- la lunghezza di taglio di tutti gli elementi;
- le caratteristiche delle giunzioni, siano esse da effettuare in officina o in cantiere;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- gli spessori di ogni elemento impiegato nelle connessioni.
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina devono essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa deve, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

### **10.10.1 Identificazione degli elementi**

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, deve fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti le strutture da porre in opera.

Le varie parti delle strutture da montare devono essere marcate con marchi bulinati in posti facilmente visibili e determinati in collaborazione con la D.L. Le stesse marcature devono essere riportate sui disegni di officina.

### **10.10.2 Controllo in cantiere**

Nella fornitura oggetto delle presenti specifiche, si comprende il controllo dell'area di cantiere al fine di accertarne la rispondenza al progetto e valutarne l'effettiva e sicura agibilità con i mezzi ed il personale d'opera, il controllo delle quote e del posizionamento degli accessori alle strutture d'acciaio, la disponibilità di tutte le apparecchiature ed i mezzi di servizio necessari, nonché tutte le installazioni e le disposizioni di

sicurezza necessari ed obbligatori per il funzionamento del cantiere.

Tutti i componenti che perverranno al cantiere devono essere dotati di marcatura o di cartellino identificativo di posizione e riferimento nel disegno ed in opera. L'Appaltatore deve fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante la giacenza in cantiere, il loro trasporto, il sollevamento e il collocamento in opera, i manufatti devono essere convenientemente protetti dagli urti, dalla calce, ecc. sia nelle superfici che negli spigoli. E non devono subire guasti o lordure. L'Appaltatore deve prestare particolare cura durante il trasporto degli elementi, per mantenere perfettamente integra la finitura superficiale. Qualsiasi danneggiamento degli elementi avvenuto in fase di trasporto o di montaggio, deve essere rapidamente ripristinato a cura e spese dell'Appaltatore.

Ad assemblaggi completamente conclusi, è previsto che l'Appaltatore metta a disposizione a sua cura e spese il personale idoneo a ritoccare quelle parti delle strutture eventualmente danneggiate durante l'esecuzione delle lavorazioni, avendo cura di proteggere tutte le opere circostanti.

Le saldature devono essere continue, non sono ammesse saldature puntuali, irregolari. Eventuali irregolarità devono essere eliminate mediante fresatura. Correzioni su superfici finite non saranno accettate. In caso di necessità tutto l'elemento deve esser rilavorato o sostituito.

### **10.10.3      Lavorazioni in officina**

Le lavorazioni devono essere condotte da personale qualificato e con l'uso di attrezzature e macchinari idonei.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare tecniche e procedimenti di lavorazione appropriati. Inoltre è pienamente responsabile della buona esecuzione del lavoro e non potrà invocare attenuante alcuna in caso di risultati contestati o contestabili, dovuti ad imperizia o mancato rispetto di prescrizioni stabilite dalle norme ufficiali e dalle presenti specifiche tecniche.

In particolare devono essere rispettate le prescrizioni circa le operazioni elementari di produzione ossia:

- lavorazioni di macchina (raddrizzamento, tagli e finitura, foratura, etc.);
- saldatura;
- tecniche esecutive di saldatura;
- ispezioni e collaudi;
- marcatura e spedizione dei pezzi.

### **10.10.4      Tagli e finiture**

Le superfici dei tagli potranno restare grezze purché non presentino strappi, riprese, mancanze di materiale o sbavature. E' ammesso il taglio a ossigeno, purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice.

### **10.10.5      Forature**

I fori per i bulloni devono essere preferibilmente eseguiti con trapano. È consentita la foratura a mezzo di punzone, purché successivamente l'Appaltatore provveda alla rettifica delle aperture praticate con

un'alesatrice.

Quando sia previsto l'ulteriore allargamento dei fori, la base maggiore del vano tronconico formato col punzone, avrà diametro di almeno 3 mm minore del diametro del foro definitivo, che sarà poi ottenuto allargando il foro a mezzo trapano e alesatrice. È assolutamente vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione di fori destinati ai bulloni.

I pezzi destinati ad essere bullonati in opera, devono essere marcati in officina in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni definite all'atto dell'alesatura dei fori.

#### **10.10.6      Saldature**

La saldatura degli acciai deve essere eseguita con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali devono essere qualificati secondo UNI EN 287-1:07 da parte di un Ente terzo. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati devono essere certificati secondo UNI EN 1418:1999.

L'esecuzione sarà conforme alle specifiche appositamente redatte dall'Istituto Italiano della Saldatura. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Le caratteristiche dimensionali e costruttive delle saldature devono corrispondere ai disegni di officina approvati dalla D.L.

Le saldature a completo ripristino della sezione devono essere seguite in conformità secondo UNI EN ISO 4063:2011, UNI EN 1011-1:2009.

Nell'esecuzione delle saldature devono inoltre essere seguite le prescrizioni della UNI EN 1011-2 :2005 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692:2005.

L'Appaltatore deve porre particolare attenzione nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione. In tale senso sarà obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norme UNI EN ISO 13920/2000 e UNI EN ISO 9692:2005.

#### **10.10.7      Assemblaggio tramite saldatura in officina**

Tutti gli assemblaggi formati tramite saldatura eseguita esclusivamente in officina, saranno obbligatoriamente effettuati secondo i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas di protezione CO<sub>2</sub> o sue miscele;
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere preventivamente verificata mediante prove indicate dalla D.L.

Il materiale depositato deve rispondere alle caratteristiche meccaniche stabilite dalla UNI EN ISO 2560:2010 per quanto attiene il procedimento manuale. Gli elettrodi impiegati devono essere sempre del tipo

omologato secondo la norma UNI citata.

#### **10.10.8 Raddrizzamento e spianamento**

Il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere eseguiti esclusivamente con dispositivi agenti per pressione. Devono sempre essere rispettate le prescrizioni di norma.

### **10.11 MONTAGGIO**

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto deve essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Il montaggio delle strutture sarà effettuato con personale, mezzi d'opera ed attrezzature fornite dall'Appaltatore e verrà condotto sotto la sua piena e incondizionata responsabilità, secondo la progressione temporale prevista in programma. Il personale responsabile del cantiere deve possedere la preparazione professionale necessaria a garantire un lavoro ineccepibile sotto il profilo tecnico.

Il montaggio in opera deve essere affidato ad operai abilitati ad eseguire tali lavori ed in numero sufficiente perché il lavoro proceda con la dovuta sicurezza, con perfezione e celerità.

I mezzi di sollevamento o di lavoro devono garantire la sicurezza e l'effettuazione dei montaggi nei tempi previsti.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata.

L'Appaltatore deve fornire tutti gli elementi in un solo pezzo senza giunti per elementi di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si deve porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate. Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento devono essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a pie d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si deve controllare che la contro-freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture deve essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari deve essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si deve procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. in vigore, si deve procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiate a metallo bianco non più di due ore prima

dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura deve risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi. Per ogni unione con bulloni l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo deve essere esteso a tutti i bulloni. Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa deve effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

### **10.11.1      Accoppiamento in cantiere**

Tutti gli accoppiamenti in cantiere devono essere effettuati nel rispetto rigoroso delle norme vigenti e solamente per bullonatura. Si fa esclusione categorica di eseguire saldature, anche provvisoriali in sede di montaggio. Di regola il montaggio deve essere eseguito con l'ausilio di bulloni provvisori, che non potranno essere riutilizzati per il montaggio definitivo.

Gli accoppiamenti saranno eseguiti con bulloni di Classe 8.8, classe 10.9 e dadi 6S e 8G (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN 14399:2005), rondelle e rosette in acciaio C50 UNI EN 10083:2006 temprato e rinvenuto HCR 32 - 40.

Nelle giunzioni ad attrito devono essere impiegati bulloni ad alta resistenza di classe non inferiore a 10.9; viti e dadi devono essere associate come prescritto dalle norme tecniche vigenti; le modalità ed il valore della coppia di serraggio dei bulloni nei collegamenti ad attrito e la preparazione della superficie di contatto delle piastre devono essere conformi a quanto previsto dalle norme tecniche vigenti.

In particolare l'Impresa deve attenersi alle seguenti disposizioni:

- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche 14.01.2008;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro devono essere asportate mediante molatura locale;
- i bulloni ad alta resistenza non devono avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato deve essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si deve sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;

- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, devono essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

### **10.11.2**      **Saldature in opera**

Qualora fosse necessaria l'esecuzione di saldature in opera, queste devono sempre avere autorizzazione scritta da parte della D.L. ed essere perfettamente rispondenti alle norme di corretta esecuzione; devono presentare caratteristiche meccaniche di resistenza pari a quelle eseguite in officina.

nella realizzazione dei giunti saldati e, in generale, in tutti i tipi di unione è obbligo dell'Appaltatore seguire scrupolosamente la norme UNI EN ISO 13920/2000 e UNI EN ISO 9692/2005.

Le saldature in opera potranno essere eseguite solamente se previste sul progetto e a temperatura non inferiore a 0°C. Per saldature manuali devono essere impiegati elettrodi basici e saldatrici in corrente continua.

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

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

La D.L. si riserva la facoltà di procedere a controlli delle strutture montate per i quali l'Appaltatore deve mettere a disposizione quanto serve per rendere possibili i controlli stessi.

Non potranno essere montati elementi con parti danneggiate. La D.L. ha la facoltà di ordinare la rimozione di tali elementi anche se già in opera senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare pretese economiche di qualsiasi genere.

Al termine delle lavorazioni la zincatura deve essere accuratamente ripristinata a mezzo di spruzzatura, nelle zone di ripresa.

### **10.11.3**      **Trattamenti superficiali**

Tutte le superfici delle strutture in acciaio devono essere protette dalla corrosione mediante applicazione di zincatura a caldo. Il trattamento dovrà essere preceduto da una accurata preparazione mediante lavaggio e sabbiatura. Completato il montaggio degli elementi in carpenteria metallica devono essere effettuati in opera la spazzolatura, la pulizia e il ripristino dell'integrità dello strato di protezione.

### **10.11.4**      **Sabbiatura**

Procedere alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che possano compromettere la continuità dello strato protettivo. Eliminare eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Sabbiare a metallo quasi bianco di grado Sa 2 1/2 secondo standard Svensk Standard SIS, specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); gli abrasivi impiegati devono essere fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm. A sabbiatura ultimata, procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere. Le superfici sabbiate non devono subire umidità e devono



essere trattate con prodotto zincante entro le successive 8 ore, prima che si formi un qualsiasi principio di ruggine. Nel caso si verifichino formazioni di ruggine prima del trattamento zincante, la sabbiatura deve essere ripetuta a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **10.11.5      Zincatura**

La zincatura a caldo delle strutture deve essere eseguita in conformità alla norma UNI EN ISO 1461:2009 - Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.

La zincatura per immersione in bagno di zinco fuso deve presentare le seguenti caratteristiche:

- Zinco di qualità Zn = 99,90 (UNI 1179:2005);
- quantità minima di zinco per i laminati (profilati a caldo ed a freddo, tubi, piatti, larghi piatti, ecc)  $\geq 600$  gr/mq;
- quantità minima di zinco per dadi, bulloni ecc.  $\geq 400$  gr/mq (UNI EN ISO 1461:2009);
- lo strato di zinco deve presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie e altri analoghi difetti. Esso deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base;
- sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile, ad eccezione della filettatura dei bulloni e dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi devono potersi agevolmente avvitare ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non devono avere subito deformazioni o alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

#### **10.11.6      Spazzolatura e ripristini in opera**

Ultimato il montaggio in opera delle strutture in acciaio, sabbiare le saldature eseguite in opera.

Spazzolare le superfici sabbiare o interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc. per renderle atte a ricevere i trattamenti di protezione.

La spazzolatura, sarà eseguita con attrezzi meccanici, e deve essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

La protezione alla corrosione sarà ripristinata con primer zincante deve essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura, dopo la completa asportazione di ossidi e polveri.

Tutti i ritocchi devono essere eseguiti in condizioni ambientali e climatiche idonee.

### **10.12 VERNICIATURE**

#### **10.12.1      Generalità**

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo.

I cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 h dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

L'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni

formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

a - in officina, a lavorazione ultimata:

- sabbiatura di tutte le superfici;
- applicazione dello strato di primer;
- applicazione dello strato intermedio;

b - in opera, ad avvenuto completamente del montaggio:

- spazzolatura dei punti da ritoccare;
- ritocchi sullo strato di primer;
- applicazione dello strato di finitura.

### **10.12.2      Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie**

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

### 10.12.3 *Ciclo di verniciatura*

Il ciclo sarà composto da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer e sullo strato intermedio ad avvenuto completamente del montaggio delle strutture.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

**1° strato**

Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido t76%
- zinco metallico nel film secco t 86%
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela t 2500 g/l
- temperatura minima di applicazione 260 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa t 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraelevata
260 K	7 d
277 K	48 h
289 K	24 h

**2° strato**

Applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido t 59%
- legante epossipoliamminico modificato
- peso specifico della miscela t 1250 g/l
- temperatura minima di applicazione 283 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%)

temperatura	tempi minimi di sovraelevazione
283 K	24 h
289 K	12 h

**3° strato**

Applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

spessore del film secco	0,050 mm
contenuto solido	t 57%
legante poliuretano isocianico alifatico	
aspetto lucido;	
- peso specifico della miscela	t 1200 g/l

- temperatura minima di applicazione 277 K

**10.12.4      Grigliati**

L'Appaltatore porrà in opera grigliati elettrofusi aventi maglie e caratteristiche integralmente rispondenti a quanto indicato agli elaborati grafici di progetto.

Gli elementi saranno realizzati con acciaio S 275 JR e protetti a mezzo di zincatura a caldo secondo quanto indicato dalla UNI EN ISO 1461:1999. La struttura degli elementi sarà composta da barre portanti e barre trasversali: il nodo di unione tra i due componenti sarà caratterizzato da una completa compenetrazione delle barre trasversali nelle barre portanti.

I prodotti giungeranno in cantiere nel loro imballo originale ed essere esenti da qualsiasi difetto o danneggiamento. Sarà obbligo dell'Appaltatore fornire gli elementi per carichi omogenei, corrispondenti ai singoli lotti di montaggio. Tutto il materiale fornito e posato sarà del tipo antisfera, come prescritto da D.M. 14 giugno 1989, n° 236.

I grigliati forniti in opera, previa verifica del loro dimensionamento con metodo tabellare sui dati forniti dal produttore, devono ottemperare alle prescrizioni della norma UNI 11002-1-2-3. Il fornitore/posatore del grigliato deve certificare la rispondenza della classe e della portata delle opere eseguite alle norme UNI citate. Gli elementi giungeranno in cantiere già nelle dimensioni tagliati nelle misure indicate negli elaborati grafici di riferimento e completi di cornice di bordatura. Nel prezzo di appalto si intendono comprese tutte le staffe di fissaggio per il grigliato in acciaio zincato e tutte le viti di ancoraggio in acciaio inox AISI316.

Con conveniente anticipo sull'inizio dei lavori l'Appaltatore consegnerà alla D.L. documentazione tecnica e idonea campionatura dei prodotti necessari all'esecuzione dell'opera.

## 11 PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

### 11.1 LEGANTI BITUMINOSI DI BASE E MODIFICATI

#### 11.1.1 Leganti bituminosi semisolidi

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

##### Bitumi di base

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in tab. 26.1.A impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi. Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; la Direzione Lavori si riserva la possibilità di rilevare anche le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti.

La non rispondenza dei leganti alle caratteristiche richieste comporta l'applicazione delle penalità riportate agli articoli successivi.

TABELLA 26.1.A		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.	Valore	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	60-70	80-100
Punto di rammollimento UNI EN 1427	° C	48-54	47-52
Indice di penetrazione		-1/+1	-1/+1
Punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-8	-9
Solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99	99
viscosità dinamica a 60° C UNI EN 13702/2	Pa x s	130-200	110-190
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	>0,10	> 0,08
SECONDA PARTE - valori dopo RTFOT <sup>(*)</sup>			
viscosità dinamica a 60° C UNI EN 13702/2	Pa x s	700-800	500-700
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	20-25	20-30

<sup>(\*)</sup> Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 26.1.A2 – EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE		
Caratteristiche	Unità di misura.	Valori
contenuto d'acqua UNI EN 1428	% in peso	30-35
contenuto di legante UNI EN 1431	% in peso	65-70
contenuto di bitume UNI EN 1428	% in peso	> 65
contenuto di flussante UNI EN 1431	% in peso	2-3
indice di rottura UNI EN 13075/1	-	70-130
adesione	%	> 90
carica di particelle UNI EN 1430		positiva
Caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	< 220
punto di ramollimento UNI EN 1427	° C	> 35

### Bitumi modificati

I bitumi di base di tipo 80-100 potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft: modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella 26.1.B colonna 1;
- in modo hard: modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella 26.1.B colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali salvo diversa indicazione della Committente.

TABELLA 26.1.B - BITUMI MODIFICATI CON AGGIUNTA DI POLIMERI			
Caratteristiche	U.M.	Soft 3% - 5%	Hard 3% - 5%
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	50-70	45-60
punto di ramollimento UNI EN 1427	° C	55-65	75-85
indice di penetrazione		+1/+3	+3/+6
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -12	< -16
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	≥80	> 95
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	200-500	
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s		70-100
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,2-0,5 /	/ 0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 ("tuben test")			
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5,0	< 5,0
punto di ramollimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3,0	< 3,0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1			
penetrazione residua a 25° C <sup>(*)</sup> UNI EN 1426	%	≥60	≥50
T° (P.A.) <sup>(**)</sup>	° C	≤8	≤10
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	≥800	
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s		≥100

<sup>(\*)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 26.1.B2 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI AD ALTO MODULO		
Caratteristiche	U.M.	Caratteristiche
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	20-30
punto di ramollimento UNI EN 1427	° C	60-80
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -16
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	> 90
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	60-110
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,5-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 ("tuben test")		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5,0
punto di ramollimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3,0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1		
penetrazione residua a 25° C <sup>(*)</sup> UNI EN 1426	%	≥ 50
T° (P.A.) <sup>(**)</sup> UNI EN 1426	° C	≤ 10
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	≥ 110

<sup>(\*)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(\*\*)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 26.1.B3 - BITUMI MODIFICATI PER CONGLOMERATI TIPO "D.D.L."		
Caratteristiche	U.M.	Caratteristiche
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	55-65
punto di rammolimento UNI EN 1427	° C	80-90
indice di penetrazione		
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	< -19
ritorno elastico a 25° C UNI EN 13398	%	> 95
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	75-120
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,6-0,8
solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99,5
scostamenti dopo prova stabilità allo stoccaggio UNI EN 13399 ("tuben test")		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	D (dmm)	< 5,0
punto di rammolimento UNI EN 1427	DT (°C)	< 3,0
valori dopo RTFOT - Rolling Thin Film Oven Test UNI EN 12607/1		
penetrazione residua a 25° C <sup>(1)</sup> UNI EN 1426	%	> 30
T° (P.A.) <sup>(2)</sup> UNI EN 1426	° C	< 10
viscosità dinamica a 100° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 120

<sup>(1)</sup> % = (penetrazione dopo RTFOT / penetrazione iniziale) \* 100

<sup>(2)</sup> temperatura P.A. dopo RTFOT - temperatura P.A. iniziale

TABELLA 26.1.C - BITUMI MODIFICATI PER MANI D'ATTACCO		
BITUME 80/100 + 5-6% SBS - L o R		
Caratteristiche	U.M.	Valori
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	45-60
punto di rammolimento UNI EN 1427	° C	70-85
indice di penetrazione		+1/+5
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-16
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	650-850
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	0,4-0,6

TABELLA 26.1.D - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE CON SBS - L o R		
Caratteristiche	U.M.	Valori
contenuto d'acqua UNI EN 1428	% in peso	< 30
contenuto di bitume UNI EN 1428	% in peso	> 67
contenuto di flussante UNI EN 1431	% in peso	≤ 3
caratteristiche del bitume estratto		
penetrazione a 25° C UNI EN 1426	dmm	50-60
punto di rammolimento UNI EN 1427	° C	65-80
viscosità dinamica a 80° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 300
viscosità dinamica a 160° C UNI EN 13702/2	Pa x s	> 0,2
punto di rottura Fraass, min. UNI EN 12593	° C	-16

### 11.1.2 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato, sono additivi utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 26.1.2.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:  $P_n = P_t - (P_v \times P_r)$  dove

$P_n$  = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

$P_t$  = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

$P_v$  = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;  $P_r$  = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di  $P_t$  viene determinato con l'espressione:  $P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$  dove

$P_t$  = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;  $a$  = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;  $b$  = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm;  $c$  = % di aggregato passante al setaccio 0,063 mm;  $d$  = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

$d$  = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;  $d$  = 0,20 per un passante al N. 200 <sup>2</sup> 6;

$f$  = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

$K$  = viscosità della miscela bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante.

$M$  = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.

$F$  = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa s, la percentuale di rigenerante necessaria.

L'immissione degli ACF nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

**Tabella 26.1.2**

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\eta_{160}$ =10s <sup>-1</sup>	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

## 11.2 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO

### 11.2.1 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura

#### Descrizione

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso



automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

UNI EN 13108/1 (Miscele Tradizionali)

UNI EN 13108/7 (Drenanti)

UNI EN 13108/20 (Prove di tipo ITT)

UNI EN 13108/21 (Controllo di produzione in fabbrica FPC)

### **Bitume**

Si richiamano espressamente le norme di cui agli articoli precedenti, i conglomerati di base, binder e usura potranno essere realizzati con bitumi di base oppure con bitumi modificati.

### **Materiali inerti**

Gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR BU 139/92 per la classe di traffico PP.

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN:

- UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

L'aggregato **grosso** deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati<sup>1</sup>, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

L'aggregato **fino** deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

**Aggregato grosso**

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

**STRATO DI BASE**

Nella miscela di questo strato potrà essere impiegata ghiaia non frantumata nella percentuale stabilita di volta in volta dalla D.LL. che comunque non potrà essere superiore al 30% in peso. La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 dovrà essere inferiore al 25%.

**STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 inferiore al 22%.

**STRATO DI USURA**

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita secondo UNI EN 1097/2 < 20%.

Il coefficiente di appiattimento dovrà essere inferiore a 12% (UNI EN 933/3).

L'indice di forma dovrà risultare inferiore a 15% UNI EN 933/4)

Nel caso sia previsto l'impiego di inerti provenienti da frantumazione di rocce effusive o di caratteristiche equivalenti si osserveranno le seguenti prescrizioni:

coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) > 45 (Norma UNI EN1097/8)

coefficiente di appiattimento dovrà essere inferiore a 10% (UNI EN 933/3)

L'indice di forma dovrà risultare inferiore a 12% UNI EN 933/4)

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (es.: rapidi decadimenti del C.A.T., scadente omogeneità nell'impasto per la loro insufficiente affinità con il bitume, ecc.) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

**Aggregato fine**

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097/2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato secondo la prova UNI EN 933/8 dovrà essere superiore od uguale ad 70.

**Additivi**

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

alla prova UNI EN 933/10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 2mm passante in peso a secco 100%

setaccio UNI 0.125mm passante in peso a secco 95%

setaccio UNI n. 0,063 passante in peso a secco 90%

della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0,063, più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.

### ***Conglomerati con inerti riciclati***

Per conglomerato con inerte riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso confezionato con l'impiego parziale di inerte proveniente da preesistenti pavimentazioni, recuperato con lavorazioni di fresatura (preferibilmente a freddo) o con demolizione integrale e successivamente frantumato..

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base : < 30%
- conglomerato per strato di collegamento : < 25%
- conglomerato per tappeto di usura : < 20%

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

### ***Miscele***

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato. Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

### **STRATO DI BASE**

Serie setacci UNI		Passante totale in peso %
setaccio	31.5	100
setaccio	22.4	75 – 100
setaccio	20	70 – 100
setaccio	12.5	45 – 85
setaccio	8	35 - 70
setaccio	4	25 - 55
Setaccio	2	17- 40
Setaccio	0,5	8 – 23
Setaccio	0,25	5 - 17
Setaccio	0,063	3 - 7

Bitume 3%-4,5% del tipo 50-70 o 70-100 descritto in Tab. 26.1.A

Per strati di spessore compreso non superiore a 10 cm dovranno essere adottate composizioni granulometriche prossime alla curva limite superiore.

### **STRATO DI COLLEGAMENTO**

Serie setacci UNI		Passante totale in peso %	
		Fuso A	Fuso B
setaccio	22.4	100	-
setaccio	20	88 - 100	100
setaccio	12.5	55 - 80	70 - 100
setaccio	8	45 - 70	55 - 75
setaccio	4	30 - 55	40 - 60
Setaccio	2	20 - 45	25 - 45
Setaccio	0,5	9 - 28	10 - 28
Setaccio	0,25	6 - 19	7 - 19
Setaccio	0,063	4 - 7	4 - 7

Bitume 4,0%-5,0% del tipo 50-70 o 70-100 descritto in Tab. 26.1.A

## STRATO DI USURA

Serie setacci UNI		Passante totale in peso %	
		Fuso A	Fuso B
setaccio	16	100	100
setaccio	12.5	85 - 100	75 - 100
setaccio	8	65 - 90	55 - 75
setaccio	4	45 - 75	35 - 60
Setaccio	2	30 - 55	20 - 40
Setaccio	0,5	15 - 33	11 - 27
Setaccio	0,25	9 - 24	8 - 19
Setaccio	0,063	5 - 9	5 - 8

Bitume 4,0%-5,5% del tipo 50-70 descritto nella Tab. 26.1.A

La D.L. si riserva la facoltà di decidere di volta in volta quale sarà il fuso di riferimento da adottare.

### **Requisiti di accettazione**

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

## STRATO DI BASE

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 8 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere > 2,5 kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697/8).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

#### **STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli. La stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a 10 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere compreso tra 3kN/mm e 4,5 kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697/8).

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni deve dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

#### **STRATO DI USURA**

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale. Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in tutti i casi di almeno 12 kN; inoltre il valore del quoziente Marshall dovrà essere compreso tra 3kN/mm e 4,5 kN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% e l'8% (UNI EN 12697/8).

Inoltre la D.LL. si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura "Prova Brasiliana" (UNI EN 12697/23). I limiti di capitolato dovranno essere pari a:

Temperatura di prova (°C)	10° C	25° C	40° C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	1,7 - 2,2	0,7 - 1,1	0,3 - 0,6
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 170	≥ 70	≥ 30

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 7 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato.

#### **CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE**

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a provvedere con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, alla composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Una volta accettata dalla Direzione dei Lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 5\%$  per lo strato di base e di  $\pm 3\%$  per gli strati di binder ed usura. Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse

variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) di  $\pm 2\%$ ; per il passante al setaccio 0,063 mm UNI di  $\pm 1,5\%$ .

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Dovranno essere effettuati almeno con frequenze giornaliere:

x la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

x la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore;

x la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);

x la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (UNI EN 12697/6), media di 4 prove; percentuale dei vuoti (UNI EN 12697/8), media di 4 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 dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno. In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno una volta a settimana con prelievi sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verrà indicata la quantità Q (in Kg) della fornitura a cui il prelievo si riferisce.

I valori delle caratteristiche richieste nella prova di cui all'art. 26 Tab. 26.1.A e 26.1.B devono risultare nei limiti indicati almeno per cinque caratteristiche su dieci, essendo obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità a 60° o 80°, alla penetrazione e al punto di rammollimento che devono comunque rientrare nei fusi reologici indicati negli abachi.

Qualora il bitume non risulti come da richiesta verrà penalizzata del 20% una quantità standard CM di conglomerato bituminoso ad un prezzo standard PS, calcolata secondo il seguente metodo

$$CM \text{ (metri cubi)} = Q / (2.300 \times 0,045)$$

$$D \text{ (€)} = 0,20 \times CM \times PS / 1936,27$$

D è la cifra da detrarre e PS è la media ponderale dei prezzi di base (PB), binder (Pb), usura (Pu) comprese le percentuali di impiego.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

$$PS = \frac{P_u \times 60 + P_b \times 30 + P_B \times 10}{100}$$

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.

### **Formazione e confezione delle miscele**

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, 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.

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 la miscela sia eseguito a peso, mediante 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 mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata all'ammassamento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze 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.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 160° e 180°C e quella del legante tra 150 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 superare lo 0,5% in peso.

### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività) compensate nei prezzi. Esse saranno impiegate sempre negli strati di base e di collegamento mentre per quelli di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori Ufficiali avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate. La presenza degli agenti tensioattivi nel legante bituminoso verrà accertata mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 3x1000 (tre per mille) ed il 6x1000 (sei per mille) 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 tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

### **Posa in opera**

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione 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 due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con 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 di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 80 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 60 chilometri.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160°C per conglomerati con bitume modificato e 140 °C per conglomerati con bitumi normali.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo combinato vibrante gommato più rullo gommato con almeno sette ruote e peso del rullo di 12 t;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base, a discrezione della Direzione Lavori, potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Al termine della compattazione gli strati di binder e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4,00 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 26.3.

Per lo strato di base la miscela bituminosa sarà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.



Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 daN/m<sup>2</sup>.

Inoltre i moduli elastici effettivi del materiale costituente uno strato, ricavati sulla base di misure di deflessione ottenute con prove dinamiche tipo FWD effettuate anche a pavimentazione completata, dovranno avere un valore medio misurato in un periodo di tempo variabile tra 3 giorni e 90 giorni dal termine della lavorazione, compreso tra 65.000 e 96.000 daN/cm<sup>2</sup> alla temperatura di riferimento del conglomerato di 293 K.

Si farà riferimento al valore medio di modulo in daN/cm<sup>2</sup> ricavato dai moduli risultanti dalle misure di F.W.D. effettuate ogni 100 m e riguardanti ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada di almeno 400 m di lunghezza nei quali ricadano almeno 4 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

Le tratte omogenee saranno individuate automaticamente da un programma di calcolo.

La prova dinamica avrà valore solo su strati aggiunti rinnovati, di spessore superiore od uguale a 8 cm; qualora gli strati aggiunti o rinnovati fossero più di uno anche se lo spessore di uno o di entrambi gli strati fosse inferiore a 8 cm si potrà effettuare ugualmente la valutazione di quanto rilevato a condizione che lo spessore complessivo del pacchetto legato a bitume superi gli 8 cm.

Qualora il valore medio dello strato soggetto a prova non superi i 65.000 daN/cm<sup>2</sup> lo strato interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati effettuando una detrazione del 10%.

### **11.2.2 Conglomerato bituminoso per strati di base e binder ad alto modulo complesso**

#### **Descrizione**

I conglomerati bituminosi ad alto modulo complesso sono costituiti da miscele di inerti calcarei provenienti esclusivamente da frantumazione di ghiaie, di sabbie di frantumazione e di additivo minerale, impastati a caldo con bitume modificato. La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori.

#### **Bitume**

Dovrà essere impiegato bitume con modifica complessa secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 26-1.B2 in quantità comprese fra 4,8 % e 6,0% per lo strato di base e tra 5,2% e 6,5% per lo strato di collegamento, percentuali riferite al peso degli inerti.

#### **Aggregati**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nei paragrafi "Conglomerati bituminosi a caldo" sopra riportati. Per il solo strato di base è prevista la possibilità d'impiego di una percentuale massima del 25% di riciclato proveniente da fresatura di strati comunque confezionati con aggregati rispondenti alle specifiche riportate ai punti precedenti. La formulazione definitiva dello strato di base con aggiunta di riciclato dovrà venire sottoposta ed approvata dalla D.L..

#### **Miscela**

Le miscele dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

<i>Setacci UNI</i>	<i>BASE (sp. 8-12 cm)</i>	<i>BINDER(sp. 5-7 cm)</i>
<i>setaccio 22.4</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<i>setaccio 16</i>	<i>80-100</i>	<i>80-100</i>
<i>setaccio 12.5</i>	<i>60-85</i>	<i>70-90</i>
<i>setaccio 8</i>	<i>40-65</i>	<i>55-75</i>
<i>setaccio 4</i>	<i>30-50</i>	<i>35-55</i>
<i>setaccio 2</i>	<i>20-36</i>	<i>28-42</i>
<i>setaccio 0.5</i>	<i>13-22</i>	<i>14-26</i>
<i>setaccio 0.25</i>	<i>10-17</i>	<i>11-19</i>
<i>setaccio 0.063</i>	<i>6-11</i>	<i>6-11</i>

### **Requisiti di accettazione**

Il conglomerato dovrà avere i seguente requisiti

- il valore della stabilità Marshall, prova (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 18 kN per entrambi gli strati.
  - Il valore della rigidità Marshall dovrà essere superiore a 3 kN/mm per ambo gli strati.
  - i valori dei moduli di rigidità (UNI EN 12697/6) dovranno risultare, per entrambi gli strati, superiori a 6500 MPa e 12000 MPa rispettivamente alle temperature di 30 °C e di 10 °C, alla frequenza di 10 Hz;
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1.0% e il 4.0% (UNI EN 12697/8).

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

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali sopra riportati ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato con rulli vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella Marshall relativa a prelievi in eseguiti impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione. La temperatura massima d'impasto non dovrà essere superiore a 180° C.

### **11.2.3 Conglomerato bituminoso multifunzionale per strati di usura**

#### **Descrizione**

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati (di origine effusiva), sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- elevata rugosità superficiale;
- minore rumorosità;
- minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

#### **Bitume**

Dovrà essere impiegato bitume di modifica di tipo hard secondo le prescrizioni descritte dalla tabella 26.1.B2 in quantità comprese fra 5,5% e 7,0%.

**Aggregati**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati negli articoli sopra riportati.

**Miscela**

Le miscele, oltre a rispettare quanto previsto ai punti sopra riportati, dovranno avere composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati:

Passante totale in peso %			
Serie setacci UNI		Fuso A (sp. 3-5 cm)	Fuso B (sp. 2-3 cm)
setaccio	12.5	100	-
setaccio	8	62 - 85	100
setaccio	4	30 - 50	35 - 55
Setaccio	2	22 - 34	22 - 35
Setaccio	0,5	11 - 22	13 - 24
Setaccio	0,25	10 - 17	10 - 17
Setaccio	0,063	7 - 13	7 - 13

**Requisiti di accettazione**

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall, prova (UNI EN 12697/34) eseguita a 60° C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 13 kN;
- il valore del quoziente Marshall dovrà essere superiore a 2 kN/mm;
- valore della prova di impronta (UNI EN 12697/20) a 60°C dopo un'ora inferiore a 1,00 mm;
- la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697/23) eseguita a 25°C su provini Marshall >1,0 N/mm<sup>2</sup>.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall e la trazione indiretta dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra l'1,0% e il 4,0% (UNI EN 12697/8).

**Controllo dei requisiti di accettazione**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati per strati di usura tradizionali.

**Confezione delle miscele**

Vedi articoli precedenti

**Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali ad eccezione della temperatura all'atto della stesa che dovrà risultare, immediatamente dietro la finitrice, non inferiore a 160° C. Inoltre l'addensamento dovrà essere realizzato anche con rulli tandem statici o vibranti con ruote metalliche e dovrà garantire una densità in tutto lo spessore (comprensiva anche dei vuoti superficiali) non inferiore al 90% di quella Marshall relativa a prelievi eseguiti in impianto nello stesso giorno o periodo di lavorazione.

## **11.3 CONTROLLO REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

### **11.3.1 Aderenza**

Nei tappeti di usura e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:  
i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale; le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto; il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT)<sup>1</sup> misurato con l'apparecchiatura SCRIM (CNR B.U. n.147/92) <sup>7</sup> deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati per misure eseguite ad una temperatura della superficie pavimentata di 30° C (i valori andranno aumentati o diminuiti di 0,3 punti ogni 10° C in più od in meno della temperatura di riferimento):

- |    |   |          |
|----|---|----------|
| a) | Conglomerati bituminosi per strati di usura                 | CAT > 60 |
| b) | Conglomerati bituminosi per strati di usura provv. (binder) | CAT > 50 |
| c) | Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti             | CAT > 60 |

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata secondo la norma ISO 13473 dovrà avere i seguenti requisiti:

- |    |  |          |
|----|--|----------|
| a) | Conglomerati bituminosi tradizionali tipo A          | HS > 0,5 |
| b) | Conglomerati bituminosi tradizionali tipo B          | HS > 0,6 |
| c) | Conglomerati bituminosi tradizionali provv. (binder) | HS > 0,4 |
| d) | Conglomerati bituminosi modificati con polimeri      | HS > 0,6 |
| e) | Conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti      | HS > 1,0 |
| f) | Conglomerati bituminosi multifunzionali              | HS > 0,8 |

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il "texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia (con una sola cifra decimale).

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure di CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea. Anche rispetto alle misure di HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

---

<sup>1</sup> La relazione tra il valore C.A.T. qui prescritto (C.A.T.<sub>aut</sub>) e quello definito dalla Norma CNR (C.A.T.<sub>CNR</sub>) è la seguente:

$$C.A.T._{aut} = C.A.T._{CNR} \times 100$$

Il C.A.T. dovrà essere calcolato alla temperatura di riferimento di 20° C. Nei risultati si dovrà specificare la temperatura superficiale alla quale è stata eseguita la prova.

Sia il CAT che l'HS dovrà essere rilevato su tutta la lunghezza della tratta pavimentata e su ogni corsia. Rispetto alle misure di CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m.

**Penalità**

Qualora il valore medio, definito in precedenza, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto del pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il CAT 35 e per l'HS 0,25. Qualora il valore CAT e/o HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesa dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 20%.

**11.3.2 Regolarità**

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature laser ad alto rendimento e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- indice I.R.I. (International Roughness Index) inferiore a 2,0 mm/m (su rilevato);
- indice I.R.I. inferiore a 2,5 mm/m (su viadotto)
- profilo filtrato sulle onde corte (da 1,0 a 3,3 m) inferiore a 2 mm;
- profilo filtrato sulle onde medie (da 3,3 a 13,0 m) inferiore a 4 mm.

Questa prescrizione vale per:

- conglomerati bituminosi tradizionali;
- conglomerati bituminosi modificati con polimeri;
- conglomerati bituminosi drenanti e semidrenanti;
- conglomerati bituminosi multifunzionali.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori I.R.I. misurati ogni 25 m su tali tratte fornisce il valore medio di I.R.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

**Penalità**

Qualora i valori medi, definiti in precedenza su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di I.R.I. e/o delle irregolarità per onde corte ed onde medie non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento sarà penalizzato del 15% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore di I.R.I. fosse superiore a 4 mm/m oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore a 4 mm e per le onde medie maggiore a 8 mm, si dovrà procedere alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato a cura ed onere dell'Impresa.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

### **11.3.3 Norma per la valutazione dello spessore degli strati in conglomerato bituminoso di una pavimentazione stradale**

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità previste dalla UNI EN 12697/36.

La Committente si riserva la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa. Si dovrà determinare la media aritmetica  $M$  delle  $n$  misure  $x_i$ , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero. La media  $M$  delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 95% dello spessore di progetto.

#### **Strato di base**

Qualsiasi insufficienza di spessore dello strato di base, valutabile mediante un valore  $M$  inferiore al 95% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di  $M$  tali che:

$5\% < M < 10\%$  saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco del 20%;

$10\% < M < 20\%$  saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco del 35%.

Nel caso in cui  $5\% < M < 20\%$  l'Impresa dovrà inoltre compensare a sua cura e spese lo spessore carente incrementando in egual misura lo strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

Ogni deficienza di spessore  $M > 20\%$  comporterà la fresatura e il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

#### **Strato di collegamento – Strato di usura**

Qualsiasi insufficienza di spessore dello strato di collegamento e dello strato di usura, valutabile mediante un valore  $M$  inferiore al 95% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di  $M$  tali che  $5\% < M < 10\%$  saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco del 20%; in questo caso l'Impresa dovrà inoltre compensare a sua cura e spese lo spessore carente incrementando in egual misura l'eventuale strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

Ogni deficienza di spessore  $M > 10\%$  comporterà la fresatura e il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

## **12 BARRIERE DI SICUREZZA**

### **12.1 GENERALITA'**

Si riassume di seguito il quadro normativo di riferimento per l'impiego delle barriere stradali di sicurezza:

- Circolare LL.PP. n. 2337 d.d. 11/07/1987 (istruzioni sulle barriere di sicurezza stradali in acciaio)
- D.M. LL.PP. d.d. 04/05/1990 (Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei Ponti stradali)
- D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992 (Regolamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza)
- Circolare LL.PP. n. 2595 d.d. 09/06/1995
- Circolare LL.PP. n. 2357 d.d. 16/05/1996
- D.M. LL.PP. d.d. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- Circolare LL.PP. n. 4622 d.d. 15/10/1996 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali)
- Circolare A.N.A.S. n. 17600 d.d. 05/12/1997
- Circolare A.N.A.S. n. 6477 d.d. 27/05/1998
- D.M. LL.PP. d.d. 03/06/1998 (Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- D.M. LL.PP. d.d. 11/06/1999 (Integrazioni del D.M. LL.PP. d.d. 03.06.1998)
- Circolare A.N.A.S. n. 7735/99 (Direttive per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali)
- Circolare LL.PP. n. 7938 d.d. 06/12/1999 (Sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali con particolare riferimento ai veicoli che trasportano merci pericolose)
- Circolare LL.PP. d.d. 06/04/2000 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali)
- D.M. II.TT. d.d. 02/08/2001 (Proroga dei termini previsti dall'art. 3 del D.M. 11/06/1999)
- D.M. II.TT. d.d. 23/12/2002 (Proroga dei termini previsti dall'art. 1 del D.M. 02/08/2001)
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 (Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali)
- DIRETTIVA II.TT. 25/08/2004 (Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali)
- Circolare Ministero dei Trasporti n. Prot. 000104862 d.d. 15.11.2007 (Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004).

Il D.M. II.TT. 21/06/2004, che aggiorna le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le loro prove, recepisce le direttive europee e le norme UNI 1317-1/2/3/4. Negli elaborati di progetto vengono individuate le caratteristiche generali minime che dovranno possedere i prodotti installati, demandando alla cura ed all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei diversi dispositivi dei tipi commerciali forniti che dovranno essere adattati alle esigenze del cantiere.

L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà fornire barriere di sicurezza omologate ai sensi del D.M. 21.06.2004 o rispondenti alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4, acquisendo ai fini della verifica di rispondenza alle suddette norme, i rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo norme ISO EN 17025.

La verifica della rispondenza del materiale che verrà fornito dall'Impresa appaltatrice dei lavori alle prescrizioni normative vigenti o future – in accordo con la citata Circolare A.N.A.S. – è demandata, in fase di realizzazione dell'opera, al Direttore dei Lavori.

L'attrezzatura posta in opera inoltre dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo).

Dovrà inoltre essere resa dall'Impresa una dichiarazione di conformità d'installazione nella quale il Direttore Tecnico dell'Impresa installatrice garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel certificato di omologazione o nel rapporto di prova. Tutte queste dichiarazioni, unitamente ad altre previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro, dovranno essere fornite al Direttore dei Lavori.

Specificamente si prescrive che nella scelta dei tipi commerciali, l'Appaltatore fornisca - a parità di requisiti - barriere che siano state testate in condizioni analoghe a quelle di impiego. Limitatamente alle barriere classe H1 ed H2 si prescrive l'adozione di prodotti la cui altezza dal piano stradale sia inferiore o uguale a 1.00m, in modo da non impedire la visibilità tra l'utente (h occhio: 1,10 per il D.M. 05/11/2001, 1,00 per i triangoli di visibilità sulle intersezioni) ed un altro veicolo (h 1,10 per il D.M. 05/11/2001) né in corrispondenza delle intersezioni né lungo lo sviluppo del tracciato.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori con congruo anticipo sulla posa in opera delle barriere.

## **12.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

I materiali metallici in genere saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto.

Gli elementi costruttivi e componenti le barriere metalliche avranno le seguenti caratteristiche:

### **Acciaio**

La qualità dell'acciaio da utilizzare non dovrà essere inferiore a quella prevista dalla Norma UNI EN 10025 – S235 JR (ex Fe 360 B UNI 7070), zincato a caldo secondo la Norma EN ISO 1460.

La bulloneria sarà del tipo UNI 3740 classe 8.8 a testa tonda tipo (TTDE).

### **Attitudine alla zincatura e composizione chimica**

Il prodotto dovrà avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla Norma NF 35503 Classe2. La composizione chimica del prodotto deve rispecchiare i valori analitici della Norma di riferimento.

### **Tolleranze di spessore**

Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91.

### **Collaudi e documenti tecnici**

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art.20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore. Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

## **12.3 BARRIERE PER BANCHINE CENTRALI E LATERALI**

Le barriere si distinguono nei seguenti tipi:

- Barriere con nastro a doppia onda
- Barriere con nastro a tripla onda



### **12.3.1 Barriere di sicurezza a doppia onda**

La barriera con nastro a doppia onda sarà realizzata mediante nastri costituiti da profilati a freddo in lamiera d'acciaio, con profilo a doppia onda, ricavata da un nastro piano, ancorati ai sostegni realizzati in lamiera d'acciaio e con sezione ad U o ad:, mediante distanziatori in acciaio le cui caratteristiche, forme e dimensioni saranno in funzione del tipo di barriera. I nastri avranno una lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 m, uno spessore minimo di mm.3, altezza effettiva non inferiore a mm 300. sviluppo non inferiore a mm. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, dovranno essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm.32, eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il sistema, in funzione delle sollecitazioni previste, verrà ulteriormente rinforzato mediante un corrente posto alla base costituito da un profilato in acciaio con sezione ad U di idoneo spessore.

Il collegamento tra le fasce ed i montanti, con l'interposizione di distanziatori metallici, dovrà assicurare per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento dovranno impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati cedimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm<sup>2</sup>, distribuiti come segue:

- uno ogni 8 nastri nei tratti in rettilineo od in curva con raggio superiore a 1000m; - uno ogni 4 nastri nelle curve con raggio compreso tra 1000 e 500 m;
- uno ogni 2 nastri nelle curve con raggio inferiore a 500 m.

L'applicazione dell'elemento alle barriere dovrà essere effettuata sul bordo del nastro con sistemi di attacco a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse.

### **12.3.2 Barriere di sicurezza a tripla onda**

La barriera metallica stradale di sicurezza a tripla onda, sarà costituita da una o più nastri con profilo a tre nervature ancorati ai sostegni metallici con interposizione di distanziatori a dissipazione controllata di energia.

Le fasce metalliche avranno un profilo a tre nervature con sviluppo non minore di mm.749 e altezza non minore di 508 mm, larghezza non minore di 82,5 mm e spessore di 3 mm. Esse saranno forate nella previsione di installarle su montanti ad interesse di 1500 e 2250 mm o 1333 e 2000 mm. Dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). Sono previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali tubolari interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare le diagonali tubolari devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e, tra fascia e tenditore posteriore, nel caso di barriere singole.

Le giunzioni fra le fasce avranno una sovrapposizione di almeno 320 mm in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce sarà realizzata mediante almeno 12 bulloni, più due bulloni di congiunzione tra fascia e distanziatore.

I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme in grado di resistere alle sollecitazioni previste nelle relative voci di Elenco Prezzi.

Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti idonei elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento che devono assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua. I sostegni potranno essere collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di fissaggio delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale.

I sistemi di attacco (bulloni e copriasola) debbono impedire che, per effetto di allargamento dei fori possa verificarsi lo sfilamento delle fasce, saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni minime mm 45x100x5.

La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm<sup>2</sup>, distribuiti come indicato al precedente punto.

### **12.3.3 Barriere per opere d'arte**

Per le opere d'arte la barriera avrà funzione di parapetto; le caratteristiche, forma e dimensioni, saranno identiche a quella per il corpo stradale, munita di corrimano. Sarà fissata ai cordoli del manufatto con sostegni su piastra saldata alla base e relativa contro piastra. In alternativa alla contropiastra di base potranno essere impiegati tirafondi, inghisati nelle opere con malta reoplastica o resina poliestere.

## **12.4 BARRIERE DI SICUREZZA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO TIPO NEW JERSEY**

### **12.4.1 Generalità**

Le barriere avranno la sezione indicata negli elaborati progettuali e saranno realizzate in conglomerato cementizio armato, in elementi prefabbricati.

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n.1086 (D.M. in vigore).

In particolare si richiede l'uso di cementi di tipo 42,5R, un rapporto acqua/cemento non superiore a 0,45 con slump non superiore a 15 cm. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio (Rck), sarà  $t \geq 45$  MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm.

Le piastre di ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a 43 Pm pari a 300 g/m<sup>2</sup>.

Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio.

La barriera sarà munita di dispositivi rinfrangenti, di tipo omologato, aventi superficie minima di 60 cm<sup>2</sup>, distribuiti come indicato al precedente punto.

### **12.4.2 Caratteristiche di accettazione – Prove di controllo**

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni a Laboratori Ufficiali, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio, degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

#### **12.4.3 Protezione delle barriere New Jersey**

Quando previsto in progetto, le barriere andranno protette dall'aggressione atmosferica e dei sali fondenti impiegati nelle operazioni invernali con particolari vernici che ne controllino l'ingresso degli ioni aggressivi, operando un controllo della permeabilità agli agenti liquidi e gassosi.

A tale scopo verrà adottato un sistema protettivo realizzato con l'applicazione di un primer epossipoliammidico e di una finitura a base di elastomeri poliuretanici alifatici per uno spessore complessivo secco pari a 500 Pm.

## **13 SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE**

### **13.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

#### **13.1.1 Generalità**

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue ed intermittenti, nonché tutti i simboli (freccie, scritte, isole zebrate, ecc.) da eseguirsi sul nastro autostradale e sue pertinenze, sia per nuovi impianti, ripassi o rifacimenti.

Detta segnaletica potrà essere eseguita sia con l'impiego di vernici rifrangenti, che con l'impiego di materiale termospruzzato o termocolato o altri materiali speciali, secondo quanto stabilito dalla D.L. senza che l'Impresa possa sollevare eccezione alcuna a tale titolo.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di Legge, di Capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e nelle rispettive specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione.

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame favorevole della Direzione dei Lavori.

Il Direttore dei Lavori potrà rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo la introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri materiali idonei.

Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la Direzione dei Lavori stessa a totale spesa dell'Impresa, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 23 del Capitolato Generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici.

#### **13.1.2 Materiali e forniture in genere**

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione delle opere dovranno provenire da fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. (scelti ad esclusiva cura e rischio dell'Impresa) aventi i requisiti e le idoneità previste dall'art. 45 del Codice della Strada, approvato con D.L. 30.04.1992 e dagli articoli 193 - 194 - 195 del Regolamento di attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16. 12. 1992 n. 495.

Per adempiere alla funzione di sicurezza e di regolarizzazione del traffico, la segnaletica orizzontale deve possedere i seguenti requisiti:

- essere retroriflettente e di scarsa suscettibilità allo sporco, in modo da essere visibile in tutte le condizioni di luce (visibilità diurna e notturna, con nebbia pioggia o sole);
- avere, appena stesa, il fattore antisdrucchiolo maggiore od uguale a 50 SRT unità, calcolato con apparecchio a pendolo; 45 SRT unità nello stato normale di usura;
- essere trafficabile entro il più breve tempo possibile dall'applicazione;
- non causare fessurazioni sul manto di usura;
- non contenere materie incompatibili con la sicurezza del lavoro e la protezione dell'ambiente;

- non presentare segni di distacco; a tal proposito, in caso di ripassi, l'Impresa dovrà assicurarsi che il materiale impiegato sia compatibile con il materiale già in opera anche se di colore diverso;
- avere la percentuale di superficie efficiente alla scadenza della garanzia pari o superiore all'80%.

La visibilità diurna verrà determinata in base al fattore di intensità di luce (DIN 5036), le quote valore colori x, y (DIN 5033) secondo il procedimento DIN 6133.

Il fattore intensità luce della segnaletica asciutta, allo stato di normale usura su sottofondo di conglomerato bituminoso, dovrà essere maggiore od uguale a 0,35.

La visibilità notturna è costituita dalla intensità di luce specifica  $q'$  (in mcd/mq.lx) calcolate secondo DIN 67520.

L'intensità luce della segnaletica asciutta dovrà essere superiore o uguale a 90 mcd/mq.lx allo stato normale di usura dopo 30-60 giorni dall'applicazione.

La retroriflessione deve essere uniforme su tutta la superficie.

Il valore di retroriflettenza luminosa ( $R'$ ) è espresso in mcd.lux-1.m-2 ed è misurato con il metodo WI 226009 (anne x B) con le condizioni di cui alle tabelle seguenti 1 - 2 - 3 - 4. Le perline incorporate nelle vernici devono presentare le seguenti caratteristiche:

- le perline devono essere di vetro in colore chiaro trasparente;
- almeno l'80 % in peso delle perline deve essere privo di difetti di rotondità, di rigonfiamenti e di scarsa rifrangenza;
- gli elementi non trasparenti possono venire tollerati entro il limite dell'1 % in peso;
- l'indice di rifrazione delle perline non deve essere inferiore ad 1,5 usando, per la determinazione, il metodo di immersione con luce al tungsteno;
- il contenuto in peso delle perline di vetro deve essere del 33 % minimo nelle pitture di colore bianco e del 30 % nelle pitture di colore giallo.

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

- |  |               |
|--|---------------|
| - perline passanti attraverso il setaccio n. 70 :  | 100%          |
| - perline passanti attraverso il setaccio n. 80 :  | da 85 a 100 % |
| - perline passanti attraverso il setaccio n. 140 : | da 15 a 55%   |
| - perline passanti attraverso il setaccio n. 230 : | 10%           |

La vernice sulla quale verranno applicate le perline post-spruzzate avrà le stesse caratteristiche previste per la vernice con le perline incorporate o premiscelate di cui al punto sopra.

La stesa delle perline post-spruzzate sarà eseguita con simultaneità alla spruzzatura della vernice con apposita apparecchiatura applicata alla macchina spruzzatrice od alla macchina colatrice per la segnaletica orizzontale ad estrusione.

Le perline verranno stese in quantità non inferiore a grammi 300 per mq. di superficie verniciata e le dimensioni delle stesse saranno comprese tra 600 ed 800 micron.

### **Classe minima R1 in condizioni di asciutto**

PERMANENTE	BIANCO	R0 R5	esecuzione non inferiore a 300
	GIALLO	R0	esecuzione non inferiore a 200
TEMPORANEA		R4	
		R5	

La classe R0 s'intende con traffico a visibilità normale

#### Classi minime di beta per strisce bianche, gialle e nere

TIPO	COLORE	CLASSE	VALORE MINIMO DI BETA
Permanente	bianco	B0 B5	esecuzione non inferiore a 0,5
	giallo	B0 B3	esecuzione non inferiore a 0,4
Temporanea	bianco	B0 B6	esecuzione non inferiore a 0,7
	giallo	B0 B3	esecuzione non inferiore a 0,4
	nero	BN	VALORE MASSIMO DI BETA 0,06

La classe B0 per la valutazione della luminosità del fattore "beta" non é applicabile per colori diversi da quelli richiesti.

#### Coordinate colorimetriche del bianco del giallo e del nero

COORDINATE		1	2	3	4
BIANCO	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	Y	0,355	0,305	0,325	0,375
GIALLO	X	0,494	0,545	0,465	0,427
	Y	0,427	0,455	0,535	0,483
NERO	X	0,385	0,3	0,26	0,345
	Y	0,355	0,27	0,310	0,395

La scivolosità è espressa in unità SRT e viene misurata con apposita apparecchiatura per la rilevazione della scivolosità, con il metodo standard WI 226009 (anne x D)

#### Valori minimi RST

CLASSE	SERIE RST
S0	valore non stabilito
S1	45
S3	55

S5

65

La classe S0 nella valutazione RST non è applicabile.

L'Impresa è obbligata a notificare alla Direzione dei Lavori, in tempo utile la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre alle prove e verifiche che la stessa Direzione Lavori reputasse necessarie.

Lo stesso obbligo ha l'Impresa nel caso di eventuali e successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali e delle forniture o per materiali già posti in opera

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o fra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta in base al giudizio della Direzione dei Lavori, la quale si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà e che abbiano i requisiti richiesti dalle norme di legge sopra specificate.

I materiali potranno essere posti in opera solo dopo essere stati accettati dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le spese di prelievo e di invio dei campioni a laboratori qualificati di fiducia della Direzione Lavori, oltre alle spese occorrenti per le prove stesse, saranno a carico dell'Impresa. Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti ai mezzi di approvvigionamento o di posa dovranno agevolare le operazioni del prelievo stesso.

Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese al ripristino della parte manomessa.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'Impresa da ogni responsabilità nel caso che non si raggiungano i prescritti requisiti e la durata delle garanzie richieste.

Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, con sigilli e firma del Direttore dei Lavori e del responsabile di cantiere dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.

L'accettazione dei materiali, che normalmente è definita dopo che gli stessi sono stati posti in opera, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione dei Lavori di rifiutare, in qualsiasi tempo e fino a certificazione definitiva, i materiali che non corrispondessero ai requisiti ed alle caratteristiche contrattuali.

I materiali rifiutati devono essere allontanati dal cantiere entro il termine fissato dalla Direzione dei Lavori, a completa cura e spese dell'Impresa.

### **13.1.3 Caratteristiche dei materiali per segnaletica orizzontale**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale si classificano nel seguente modo:

- a) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate o post-spruzzate con garanzia per anni 1 (uno);
- b) pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo o estrusione, con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate con garanzia di anni da 1 a 3 (da uno a tre) come di seguito specificato;
- c) pitture a base di resine bicomponenti con microsfere di vetro premiscelate, da applicare a freddo con spessori variabili dotati di disegno definito ripetitivo con garanzia per anni 3 (tre);
- d) laminati autoadesivi, retroriflettenti con preinserimento di materiale ad alto indice di rifrazione con garanzia di anni da 2 a 6 (da due a sei) come specificato al successivo articolo.

Per le classi a) – b) – c) occorre tenere conto, dove richiesto, dell'applicazione di microsfere di vetro (perline) post-spruzzate al fine di ottenere, dai prodotti vernicianti posti in opera, un maggior grado di retroriflessione ed una visibilità notturna immediata.

Per la classe b) la garanzia sarà di anni 1 (uno) per la pittura termospruzzata normale e di anni 3 (tre) per la pittura ad estrusione, normale o rumorosa, di spessore da mm.3 a mm.5.

#### **13.1.4 Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro**

La pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi e da microsfere di vetro (perline), il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

##### **Colori delle pitture**

I colori delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 - HR):

- bianco R.A.L. 9016
- giallo R.A.L. 1007 - blu R.A.L. 5015

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo 24 ore di essiccazione

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

##### **Caratteristiche chimico fisiche di riferimento**

Le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni)		
1	Massa volumica (T = 20°)	1,6 - 1,9 g/cm <sup>3</sup>
2	Residuo non volatile	75 – 85/100 g
3	Quantità pigmenti (*)	35 g /100 g
4	Quantità di TiO <sub>2</sub> (**)	30%
5	Quantità microsfere premiscelate	40%
6	Quantità microsfere post-spruzzate	200 g/m <sup>2</sup>

##### **Metodi per le prove “1”–“2”–“3”–“4”**

- F.T.M.S. 141a-4184

- ASTM D- 2832

- F.T.M.S. 141a-4021 4 - ASTM D 1394

(\*) riferito a 100g di prodotto esente da microsfere

(\*\*) riferito alla quantità di pigmenti

##### **Tempo di essiccazione**

La pittura, applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra + 10 e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.



**Dosaggio**

Le quantità minime di pittura da applicare, per interventi con pitture a freddo, sono le seguenti:

a) su pavimentazione drenante:

interventi su pavimentazione nuova 2000g/mq.

interventi di ripasso 1400g/mq.

b) su pavimentazione di qualsiasi altro tipo:

interventi su pavimentazione nuova 1800g/mq.

interventi di ripasso 1400g/mq.

**13.1.5 Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro**

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, da applicare a spruzzo e/o estrusione a caldo.

**Colori dei materiali**

I colori delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 - HR):

- bianco R.A.L. 9016 - giallo R.A.L. 1007 - blu R.A.L. 5015

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo 24 ore di essiccazione

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

**Caratteristiche chimico fisiche di riferimento**

Le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni)		
1	Massa volumica (T = 20°)	1,8 – 2,1 g/cm <sup>3</sup>
2	Quantità pigmenti (*)	6% in peso
3	Quantità pigmenti + oli	20% in peso
4	Quantità di legante (resina + oli)	20% in peso
5	Quantità microsfere premiscelate	20% in peso
6	Quantità microsfere post-spruzzate	200 mq

**Metodi per le prove "1"-"2"-"4"**

1-F.T.M.S.141a-4184

2-ASTMD-1394

4-BS 3262: part. 1: 1987

(\*) riferito al biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)

**Caratteristiche fisiche**

Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni)		
1	Punto di rammolimento	t 80 °C
2	Punto di infiammabilità	t 230 °C
3	Resistenza alle escursioni termiche	-25°C + 80°C
4	Grado di resistenza allo SKID TESTER	65 N

**Metodi per le prove "1"–"4"**

- BS 4692
- Road Research Note n. 27 (BS 3262 : 1976) append. G

**Tempo di essiccazione**

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra + 10 e + 40 °C ed umidità relativa non superiore al 70%, dal momento dell'applicazione, deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 7711-55.

**Condizioni applicative**

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione dei Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldamento) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

**Dosaggio**

Le quantità minime di pittura da applicare sono le seguenti:

- a) su pavimentazione drenante
  - interventi su pavimentazione nuova 2600 g/mq.
  - interventi di ripasso 2000g/mq.
- b) su pavimentazioni di altro tipo
  - interventi su pavimentazione nuova 2200g/mq.
  - interventi di ripasso 1800g/mq.
- c) per segnaletica termocolata rumorosa e non
  - interventi su tutti i tipi di pavimentazione
  - nuova o perripasso 6000g/mq.

**13.1.6 Pitture a base di resine bicomponenti da applicare a freddo con spessori variabili e dotati di disegno definito ripetitivo**

Il materiale verniciante deve essere costituito da una miscela di resine sintetiche bicomponenti e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate.

Per quanto riguarda i rilievi, dovranno essere dichiarati la loro frequenza, le dimensioni e la forma.

*Colori dei materiali vernicianti*

I colori dei materiali vernicianti devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (Registro colori 840 - HR):

- bianco R.A.L. 9016

- giallo R.A.L. 1007

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo 24 ore di essiccazione

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

*Caratteristiche chimico fisiche di riferimento*

Caratteristiche chimico-fisiche		
1	Massa volumica (T = 20°)	1,8 - 2,1 g/cm <sup>3</sup>
2	Quantità pigmenti (*)	t 6% in peso
3	Quantità pigmenti + oli	t 20% in peso
4	Quantità di legante (resina + oli)	t 20% in peso
5	Quantità microsfele premiscelate	t 20% in peso
6	Quantità microsfele post-spruzzate	200 m <sup>2</sup>

**Metodi per le prove "1"- "2"- "4"**

1-F.T.M.S. 141a - 4184

2-F.T.M.S. 141a - 4021

4-BS 3262 Part 1 : 1987

(\*) riferito solo al biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)

*Caratteristiche fisiche*

Caratteristiche fisiche		
1	Punto di rammolimento	t 80 °C
2	Punto di infiammabilità	t 230 °C
3	Resistenza alle escursioni termiche	-25°C + 80°C

**Metodi per le prova "1"**

1-BS 4692

***Tempo di essiccazione***

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto di conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria, compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve solidificarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D7711-55.

### Condizioni applicative

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione dei Lavori, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldamento) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

### Dosaggio

Le quantità minime di pittura da applicare sono le seguenti:

	BICOMPONENTE	TERMOCOLATO
a) su pavimentazione drenante		
- interventi su pavimentazione nuova:		
supporto di base	2600 g/m <sup>2</sup>	3500 g/m <sup>2</sup>
rilievo	1200 g/m <sup>2</sup>	1200 g/m <sup>2</sup>
- Interventi su segnalazione esistente:		
Supporto di base	1800 g/m <sup>2</sup>	2600 g/m <sup>2</sup>
Rilievo(*)	1200 g/m <sup>2</sup>	1200 g/m <sup>2</sup>
b) su pavimentazioni di qualsiasi altro tipo -		
interventi su pavimentazione nuova:		
supporto di base	2000 g/m <sup>2</sup>	3000 g/m <sup>2</sup>
Rilievo (*)	1200 g/m <sup>2</sup>	1200 g/m <sup>2</sup>
- Interventi su segnalazione esistente:		
Supporto di base	1800 g/m <sup>2</sup>	2600 g/m <sup>2</sup>
Rilievo(*)	1200 g/m <sup>2</sup>	1200 g/m <sup>2</sup>

(\*) per il rilievo del bicomponente 7 micro cumuli ogni 7/8 cm. per il rilievo del termocolato barrette o sacchetti ogni 50 cm.

### **13.1.7 Strisce laminate autoadesive prefabbricate, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione**

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, da pigmenti stabili nel tempo e con microsfere ad alto indice con caratteristiche di rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Il laminato deve garantire un perfetto ancoraggio alla pavimentazione stradale, attraverso l'adesivo ad alta presa presente nello strato inferiore del laminato stesso.

Qualora le condizioni della superficie stradale lo richiedano, potrà essere utilizzato un primer per ottimare l'ancoraggio, da stendere sulla sola pavimentazione, mediante spruzzatore o rullo.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente trafficabile.

Il presente laminato deve essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli ed iscrizioni di ogni tipologia.

*Requisiti a cui il prodotto deve inizialmente rispondere*

Il materiale oggetto del presente articolo dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

**COMPOSIZIONE**

Il prodotto dovrà essere composto da microsfere e particelle antiscivolo immerse in una resina poliuretanica di altissima resistenza all'usura ed ad alto grado di bianco

**RIFRANGENZA**

Il laminato dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza nei quali la luminanza specifica (SL) è espressa in millicandele su m<sup>2</sup> per lux incidente ( $\text{mcd} \times \text{lux}^{-1} \times \text{m}^{-2}$ )

L'angolo di incidenza sarà 86,5° e l'angolo di osservazione sarà di 1° (geometria ecolux)

( $\text{mcd} \times \text{lux}^{-1} \times \text{m}^{-2}$ ) colore bianco su materiale asciutto 1200

La particolare configurazione del laminato e lo specifico posizionamento delle microsfere ad alto indice consentiranno al prodotto stesso un'ottima visibilità notturna anche in condizioni di pioggia.

**MICROSFERE**

Le microsfere ancorate alla resina poliuretanica dovranno avere un'indice di rifrazione minimo superiore a 1,7.

**ANTISCIVOLOSITA'**

Il valore minimo iniziale di antiscivolosità dovrà essere di almeno 45 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

**SPESSORE**

Il prodotto dovrà avere uno spessore minimo, senza adesivo, di 0,5 mm.

Comunque il laminato, una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm. dal piano della pavimentazione. Ai sensi dell'art. 14 del D.L. 358/92, lettera e), allo scopo di garantire la costanza delle caratteristiche richieste dalle presenti norme, il materiale dovrà essere prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI/CEN 29000.

**13.1.8 Requisiti del laminato durante la sua vita utile**

Per vita utile del laminato s'intende il periodo di tempo in cui le caratteristiche che lo contraddistinguono si mantengono al di sopra di determinati valori, ritenuti minimi al fine di assicurare l'efficienza e la sicurezza del segnalamento orizzontale.

Tale requisito dipende dalle condizioni del traffico, dalla superficie della pavimentazione stradale, e dal tipo di applicazione.

Il laminato dovrà mantenere un valore minimo di retroriflettenza, espresso in millicandele per mq. per lux incidente, misurato con un angolo di incidenza di 86,5° e con un angolo di osservazione di 1° (ecolux), di 100 sia per il colore bianco che per il colore giallo, per tutto il periodo di garanzia:

- a incasso:
  - anni 6 per le strisce longitudinali
  - anni 4 per i simboli e le scritte
- su nuova pavimentazione:
  - anni 4 per strisce longitudinali
  - anni 2 per i simboli e per le scritte

- sulle altre pavimentazioni:                      anni 4 per le strisce longitudinali  
   anni 2 con primer per i simboli e le scritte

Per pavimentazione nuova s'intende quando il laminato viene applicato entro 2 settimane dalla bitumatura della strada (14 giorni) e senza la presenza di precedente segnalamento orizzontale di qualsiasi tipo.

Al di sotto del suddetto valore 100 (cento), il laminato non sarà più utile al fine di un efficace segnalamento e quindi dovrà essere sostituito.

#### ***Procedimento di garanzia e di sostituzione***

La ditta produttrice dovrà garantire per iscritto i requisiti di cui al punto 2 del presente articolo e dovrà provvedere alla immediata rimozione e sostituzione del laminato nelle seguenti circostanze:

- nel periodo coperto da garanzia un controllo in una determinata zona (scelta ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori) dà valori di retroriflettenza inferiori a 100;
- nello stesso periodo coperto da garanzia si riscontrano distacchi del prodotto o la sua completa erosione.

#### ***Presentazione campioni e certificati***

Le Imprese concorrenti dovranno presentare copia della certificazione di qualità rilasciata dal produttore del materiale in oggetto.

L'Impresa aggiudicataria, nei tempi previsti dalla lettera di invito o dal bando di gara, dovrà presentare adeguata campionatura del laminato, nei vari colori e, a garanzia della uniformità degli stessi campioni, i seguenti certificati ufficiali di analisi, rilasciati da riconosciuti Istituti specializzati ed autorizzati:

- certificato comprovante la presenza di resina poliuretanica
- certificato comprovante la presenza di microsfere con indice di rifrazione superiore a 1,7
- certificato attestante i valori minimi iniziali di retroriflettenza espressi in microcandele per mq. per lux incidente, misurati con un angolo di incidenza di 86,5° e con un angolo di osservazione di 1° (geometria ecolux).

La documentazione dovrà chiaramente riportare il nome specifico del materiale sottoposto alle analisi e prove.

Qualora detta documentazione fosse presentata in fotocopia, la stessa dovrà essere identificata dalla ditta produttrice con vidimazione rilasciata in originale all'Impresa aggiudicataria, sulla copia stessa del certificato.

Tale vidimazione dovrà essere stata compiuta in data non anteriore a 30 (trenta) giorni dalla data di aggiudicazione.

La presentazione dei documenti incompleti od insufficienti di campioni non corrispondenti a quelli richiesti dalle presenti Norme Tecniche, comporterà l'esclusione dell'aggiudicazione dell'Appalto.

La fornitura di materiali diversi da quelli dichiarati, presentati e scelti, costituirà motivo di immediato annullamento del Contratto.

## **13.2 SEGNALETICA VERTICALE**

La segnaletica verticale autostradale, integrata da quella orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare lo standard di sicurezza facilitando la percorrenza da parte dell'utenza

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi rigorosamente a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada e dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti.

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art. 45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e art. 193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

### **13.2.1 Costruzione dei cartelli**

#### ***Criteri generali***

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritti dal Codice della Strada approvato con D.L. 30.04.1992 n. 285, dal Regolamento di Esecuzione ed Attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n. 495, dalla C.M. 9540 del 20.12.1969 e dalla C.M. 2700 del 19.11.1971.

#### ***Preparazione del metallo***

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% (Norme UNI 4507) dello spessore di 25 o 30/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato in ogni suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola che sarà ottenuto piegatura a scatola dei bordi del segnale nelle dimensioni prescritte per ogni cartello e non inferiore a cm 1,5 per dischi e triangolo ed a cm. 2 per i pannelli.

Le lamiere di alluminio dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti:

- sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di 15' circa a temperatura di esercizio pari a 70°.
- Lavaggio ad acqua ed immersione in una soluzione fosfocromante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento cromante avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/mq. (valore medio ottimale 270 mg/mq.)
- Lavaggio ad acqua e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70°.
- Applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer).
- Carteggiatura meccanica a secco mediante carta abrasiva.

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame ed autorizzazione della Direzione dei Lavori.

#### ***Finitura dei cartelli***

La finitura dei cartelli triangolari e circolari verrà eseguita mediante l'applicazione di pellicola retroriflettente ad elevata efficienza (classe 2) o di pellicola retroriflettente a normale efficienza (classe 1) secondo quanto stabilito dalle Norme del Regolamento del Codice della Strada e da quanto richiesto dalla Società, o a "pezzo unico" intendendo definire con questa denominazione un foglio intero di pellicola retroriflettente, sagomato

secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti, per le parti colorate e nere opache per i simboli, ed infine protetto interamente da un trasparente di finitura che protegga e garantisca la inalterabilità della stampa.

I segnali di indicazione da installare in autostrada e nelle sue immediate vicinanze e quelli per la segnaletica verde di avvio in autostrada saranno completamente riflettorizzati con l'applicazione su tutta la faccia a vista di pellicola retroriflettente ad elevata efficienza (classe 2) salvo diverse indicazioni che potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori e secondo quanto più dettagliatamente prescritto al successivo articolo. Quando i segnali saranno di tipo perfettamente identico ed in numero tale da giustificare in senso economico le spese per l'attrezzatura di stampa, essi dovranno essere realizzati con modo serigrafico ed a pezzo unico come già sopra definito.

### **13.2.2 Caratteristiche costruttive**

I segnali facenti parte della fornitura dovranno avere le caratteristiche specificate ai punti seguenti:

#### ***Supporto metallico***

Per i triangoli, i dischi ed i segnali di avvio all'autostrada si dovrà usare lamiera di alluminio, di spess. 25/10 di mm. debitamente resa scabra, sgrassata e sottoposta ai trattamenti precedentemente specificati.

Per i pannelli dei segnali di indicazione si dovrà adottare lamiera di alluminio di spess. 25/10 o 30/10 trattata come sopra.

#### ***Rinforzo perimetrale***

Sarà ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del segnale nelle dimensioni prescritte per ogni cartello e non inferiore a cm. 2

#### ***Rinforzo sul retro***

Costituito da traverse orizzontali in lamiera di alluminio dello spessore di 30/10 di mm. e dello sviluppo complessivo di cm. 15, piegate ad omega ed applicate al cartello nel numero e nella lunghezza necessari a mezzo di saldatura elettrica per punti o chiodatura, a scelta della Direzione dei Lavori.

#### ***Saldatura elettrica per punti***

La saldatura elettrica per punti dovrà essere effettuata con puntatrice elettrica ed in modo da non creare sbavature od altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

#### ***Chiodatura***

La chiodatura dovrà essere praticata con chiodi a testa svasata piana che troveranno sede in cavo opportunamente sagomato, in modo tale da non creare alcuna disuguaglianza sulla superficie del cartello.

#### ***Congiunzione dei pannelli diversi***

Lungo i lembi contigui dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni dovranno essere apposti angolari da mm. 30 x 20, spess. mm. 3, costruiti in lamiera di alluminio, sia in senso orizzontale che in senso verticale, puntati come descritto al punto 4 o chiodati come descritto al punto 5, a scelta della Direzione dei Lavori su proposta dell'Impresa.

Tali angolari dovranno essere opportunamente forati e muniti di numeri di bulloncini di acciaio inossidabile da mm. 6x15 sufficienti per ottenere il perfetto accostamento dei pannelli contigui.



**Attacchi**

Le traverse di rinforzo sul retro dovranno portare i relativi attacchi speciali per l'adattamento ai sostegni o alle intelaiature di sostegno.

Gli attacchi dovranno essere corredati dei necessari bulloncini in acciaio inossidabile completi di rondella pure in acciaio inossidabile e dovranno essere realizzati in modo tale da non richiedere altre forature dei cartelli e degli accessori.

Inoltre dovranno essere dotati delle opportune staffe o cravatte zincate a caldo.

Nel caso di applicazione di due pannelli a facce opposte ed alla stessa altezza, sugli stessi sostegni, si dovranno impiegare cravatte doppie.

**Verniciatura sul retro**

Sarà ottenuta mediante una doppia mano di vernice con smalto al forno (temperatura di cottura 140 C°) colore grigio opaco di gradazione indicata dalla Direzione dei Lavori; prima di tali operazioni la superficie sarà sottoposta ad un trattamento di preparazione.

**Faccia anteriore**

I fondi dei segnali:

- DARE PRECEDENZA
- FERMARSI E DARE PRECEDENZA
- INTERSEZIONE CON PRECEDENZA A DESTRA
- DIVIETO DI SORPASSO
- DI PREAVVISO E DI DIREZIONE

e tutti quelli indicati dalla Direzione dei Lavori dovranno essere interamente rivestiti con pellicola retroriflettente ad elevata efficienza classe 2 con le caratteristiche come da successivo art. 34.2.6.

Le targhe per la segnaletica verde di avvio in autostrada, ove ricorrano le condizioni di cui all'art. 34.2.1, verranno realizzate a "pezzo unico" mediante procedimento serigrafico.

La rimanente segnaletica, dopo approvazione della Direzione dei Lavori, sarà rivestita con pellicola retroriflettente a normale efficienza - classe 1 - avente le caratteristiche di cui al successivo art. 34.2.6.

La Direzione dei Lavori, qualora ne riconosca la necessità, si riserva il diritto di prescrivere, in ottemperanza a quanto stabilito all'art. 79 comma 11 del D.P.R. n° 495 del 16.12.1992, l'utilizzo di pellicole retroriflettenti aventi caratteristiche prestazionali superiori alle normali pellicole di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995, per la realizzazione di segnaletica da installarsi in specifiche situazioni stradali, quali:

- 1) segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze;
- 2) segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- 3) strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;
- 4) strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERGENZA	ANGOLO ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
	5°	80	65	20	10	4
1°	30°	50	40	13	5	2,5
	40°	15	13	5	2	1
	5°	20	16	5	2,5	1
1,5°	30°	10	8	2,5	1	0,5
	40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31.3.95, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unitamente alla certificazione di classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31.3.95, nella documentazione di gara di ogni Ditta concorrente.

Potrà essere richiesto che tale pellicola sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa viene a formare.

Detta caratteristica é definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25° (venticinque gradi).

Detta misurazione si intende effettuata con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°C.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

L'applicazione ai supporti, di tutte le pellicole dovrà essere eseguita a mezzo di apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata del calore e della pressione e comunque a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

Previa autorizzazione della Direzione dei Lavori é ammessa la realizzazione di parti di colore nero con pellicola plastica opaca autoadesiva.

### ***Dimensioni - forma - colori - alfabeti***

Tutti i segnali sia triangolari, circolari e di indicazione oggetto del presente Appalto, dovranno essere conformi per quanto riguarda forme, dimensioni, colori e tipo di caratteri alfabetici, a quanto prescritto dal Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495.

### **13.2.3 Sostegni per cartelli**

Dovranno essere tubolari in acciaio di qualità EN 10025 – S235JR.

Il rivestimento di zincatura deve presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le Norme CNR CEI n° 7-6/VII 1968.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74

Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o di materiale plastico e deve recare al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non sarà consentita alcun tipo di saldatura su sostegni già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura sono indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata dovrà essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

I sostegni a portale (cavalletto, bandiera e farfalla) per segnali di grande dimensione, segnali sovrappassanti l'autostrada e altri ove indicato dalla Società, dovranno essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di progetto con l'impiego di profilato tubolare in acciaio di qualità EN 10025 – S275JR. Tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati dovranno essere realizzati mediante flange e dovranno essere riuniti in opera con bulloni. La bulloneria impiegata dovrà essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio dovranno essere esclusivamente del tipo a penetrazione e dovranno rispettare quanto previsto dalle Norme UNI 10011/88.

La base del piedritto dovrà essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione dovrà essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto.

L'Impresa esecutrice dei lavori avrà comunque l'obbligo di verificare la resistenza degli impianti ed apportare eventuali integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che dovranno comunque essere approvati dalla Direzione Lavori.

Tutte le strutture componenti i vari tipi di sostegno di cui sopra, sovrappassanti, a sbalzo, a farfalla, dovranno subire tutti i processi di zincatura a caldo secondo le norme CNR CEI n° 76/VII 1968. Tali norme danno prescrizioni sulle caratteristiche principali e le modalità di controllo della zincatura effettuata mediante immersione in zinco fuso a scopo protettivo contro la corrosione su elementi di materiale ferroso.

Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,5 UNI 1013/74.

Lo strato di zinco, a lavoro ultimato, deve presentarsi uniforme e continuo ed in particolare deve essere esente da macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie e altri analoghi difetti, nonché deve aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

#### **13.2.4 Fondazioni e posa in opera**

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando i sostegni su apposito basamento in conglomerato cementizio avente Rck 25 MPa, nelle dimensioni indicate nei disegni di progetto e comunque delle dimensioni minime di cm 50x50x50. Le dimensioni dei basamenti dovranno essere opportunamente aumentate per i segnali di maggior superficie.

Dette dimensioni saranno determinate dall'Impresa ed approvate dalla Direzione dei Lavori, tenendo conto della velocità del vento di 150 Km/ora.

L'Impresa resta comunque responsabile del calcolo per il dimensionamento delle fondazioni. L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e montanti non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo tale da essere situati alla giusta distanza o posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto dall'Impresa ed approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione dei Lavori e saranno ad esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

In particolare è stabilito che i cartelli dovranno essere ubicati come stabilito nello schema IIB art. 81 del Regolamento di Esecuzione ed attuazione del Codice della Strada approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e successivi aggiornamenti.

L'altezza tra il bordo inferiore dei segnali ed il piano stradale (sul nastro autostradale, sulle rampe degli svincoli e sui collegamenti con la viabilità esterna) sarà compresa tra m. 1,00 e m. 1,50, mentre la distanza in orizzontale misurata perpendicolarmente alla direzione del traffico, tra il ciglio esterno della banchina ed il bordo del cartello, dovrà essere di m. 0,60, avendo particolare cura di mantenere per tutto il tronco autostradale una altezza costante di posa.

Nel prezzo relativo alla posa in opera sono compresi:

- trasporto a piè d'opera dei segnali, dei pali di sostegno e di ogni altro materiale occorrente;
- scavo solo se compreso nel prezzo di Elenco della posa dei pali;
- fondazione in calcestruzzo solo se compresa nel prezzo di Elenco della posa dei pali
- reinterro compresa la sistemazione del manto erboso;
- trasporto a scarica del materiale di risulta, compreso l'onere economico della scarica.

Tutta la bulloneria deve ritenersi compresa nel prezzo dei singoli segnali.

Il prezzo relativo alla posa della segnaletica verde di avvio in autostrada comprende:

- presentazione da parte dell'Impresa dei disegni di dettaglio per ogni punto di posa dei segnali relativi al piano di massima recante gli itinerari da segnalare redatto dalla Società;
- autorizzazione scritta per installazione dei segnali su proprietà di terzi (Enti e Privati), in caso contrario l'Impresa sarà la sola ed unica responsabile di fronte ad eventuali richieste di danni sia civilmente che penalmente;
- documentazione fotografica in cartoline formato 15x10 di ogni gruppo segnaletico (frece direzionali, itinerari o conferme).

### **13.2.5 Prescrizioni (art. 77.7 del regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada approvato con d.p.r. n. 495 in data 16.12.1992)**

Il retro dei segnali stradali deve essere di colore neutro opaco. su esso devono essere chiaramente indicati l'Ente o l'Amministrazione proprietari della strada o concessionari dell'autostrada (la Società concessionaria sarà indicata anche sui segnali esterni e sui segnali per la segnaletica verde di avvio in autostrada), il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei Lavori Pubblici alla ditta medesima per la fabbricazione di segnali stradali. L'insieme delle predette indicazioni non può superare la superficie di 200 cmq.

Per i segnali di prescrizione, ad eccezione di quelli temporanei utilizzati per i cantieri stradali, devono essere riportati anche gli estremi dell'Ordinanza di apposizione.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti materiali impiegati per sottoporli alle analisi ed alle prove che riterrà opportuno eseguire presso laboratori ufficiali di sua scelta. Le relative spese, comprese quelle di prelievo e spedizione, saranno a carico dell'Impresa.

### **13.2.6 Caratteristiche delle pellicole**

Le pellicole usate per la costruzione dei segnali dovranno possedere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvato dal Ministero dei Lavori Pubblici con Decreto 31.03.1995 con la facoltà della Società di prescrivere pellicole aventi caratteristiche prestazionali superiori alle normali pellicole di classe 2.

## **13.3 INDIVIDUAZIONE DELLE PELLICOLE RETRORIFLETTENTI**

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dalle presenti Norme Tecniche e dalla descrizione delle stesse dovrà risultare

in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dal Disciplinare Tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31.03.1995 e dalla tabella di cui all'art. 34.1.2 delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre mediante controlli specifici, da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti, sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

## **14 DRENAGGI**

### **14.1 DRENAGGI TRADIZIONALI**

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume o di cava, con sabbia lavata, posti in opera su platea in conglomerato cementizio con  $R_{ck} > 25$  Mpa.

Il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti; con tubi perforati di acciaio zincato; con tubi corrugati e fessurati in PVC del diametro non inferiore a 180 mm.

Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti, ponendo il materiale di maggiori dimensioni negli strati inferiori e quello fino negli strati superiori; si potrà intasare il drenaggio già costituito con sabbia lavata.

Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### **14.2 DRENAGGI A TERGO DELLE MURATURE**

Il drenaggio verticale a tergo di murature sarà realizzato con una stuoia drenante dello spessore non inferiore a 10 mm, avente anche funzione di cassero a perdere; sarà costituita da una struttura centrale tridimensionale drenante, in monofilamento di nylon resistente ai raggi U.V. ed allo schiacciamento, intrecciato e termosaldato nei punti di contatto; sarà accoppiata solidamente sulle facce ad un telo filtrante in geotessile dello spessore di 0,7 mm e ad un telo impermeabile in PVC dello spessore di 1 mm.

La stuoia di peso complessivo non inferiore a  $2,4 \text{ kg/m}^2$  dovrà avere una capacità drenante alla pressione di 0,05 Mpa non inferiore a 1,4 l/s per metro di larghezza. Il dreno sarà posto in opera in aderenza alla superficie della muratura, dovrà essere curata la giunzione dei teli con sormonti aventi una sovrapposizione non inferiore a 10 cm; al piede del drenaggio dovrà essere posto in opera un tubo corrugato e fessurato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm per consentire l'allontanamento e lo scarico delle acque drenate.

### **14.3 DRENAGGI CON FILTRO IN "TESSUTO NON TESSUTO"**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in geotessile non tessuto in polipropilene del peso non inferiore a  $300 \text{ g/m}^2$ , avente le caratteristiche indicate nelle presenti Norme. I vari teli dovranno essere congiunti fra loro per sovrapposizione di almeno 30 cm e successiva graffatura.

La parte inferiore del geotessile a contatto con il fondo del drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm. sui fianchi dovrà essere impregnata con legante bituminoso tipo  $180 \div 200$  dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno  $2,0 \text{ Kg/mq}$ .

Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del geotessile o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo così rivestito verrà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato, trattenuto al crivello 10 mm. UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire tutta la cavità in modo da fare aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

Quando previsto in progetto, sul fondo del drenaggio dovrà essere fornita e posta in opera una tubazione in PVC od in acciaio zincato, micro fessurato, per lo smaltimento delle acque.

## **15 TUBAZIONI, POZZETTI, CANALETTE, MANTELLATE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATURE**

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori. (Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature; di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi). Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

### **15.1 TUBAZIONI**

#### **15.1.1 Generalità**

Le tubazioni per esalazioni, scarichi e fognature saranno poste in opera:

Per scarichi verticali;

incassate nelle murature o in vista ancorate alle strutture portanti mediante collari e/o staffe murate, saldate o imbullonate, compreso le opere murarie per l'apertura e chiusura di tracce, la realizzazione di eventuali fori per l'attraversamento di solai, l'inghisaggio di staffe, ecc.;

Per scarichi sub-orizzontali;

sottopavimento: compreso le eventuali opere murarie per l'attraversamento di pareti o per incasso parziale nel solaio e per il raccordo allo scarico verticale;

interrate: la profondità di posa dei tubi dovrà essere almeno 0,80 m riferita alla generatrice superiore, se non diversamente indicata in progetto, ed in ogni caso sarà stabilita in funzione dei carichi dovuti a circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiancato e ricoperto con lo stesso materiale per uno spessore non inferiore a 15 cm o rivestito in calcestruzzo, come da indicazioni di progetto.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dallo scavo stesso costipato per strati.

Le prove di tenuta dovranno essere effettuate prima della chiusura delle tracce o del rinterro.

#### **15.1.2 Tubi di PVC rigido**

La tubazione in policloruro di vinile non plastificato, con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma, del tipo serie pesante secondo norme UNI EN 1401-1, verrà interrata in un cavo delle dimensioni previste in progetto sul cui fondo sarà predisposto del materiale fino di allettamento; qualora previsto in progetto verrà rinfiancata con conglomerato cementizio, del tipo di fondazione con Rck 25Mpa.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La Direzione Lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli, a cura e spese dell'Impresa, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero corrispondenti a dette norme l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali inadeguati.

I tubi in PVC, per scarichi verticali o esalazioni sono di tipo rigido secondo norme UNI EN 1329, con giunzioni a bicchiere sigillate a collante.

### **15.1.3 Tubi di polietilene**

Ad alta densità P.E.a.d., per pressione massima di esercizio di 0,4 Mpa (SN4) e 0,8 Mpa (SN8), opportunamente stabilizzati per resistere all'invecchiamento, aventi caratteristiche conformi alle Norme UNI 7613, UNI 7615, UNI 7616, per scarichi e fognature, compresi raccordi e pezzi speciali e gli oneri della formazione dei giunti che potranno essere saldati, incollati, a serraggio meccanico o flangiati.

Tubi, raccordi e pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P. (Istituto Italiano Plastici) che ne garantisce la rispondenza alle norme UNI.

L'accatastamento dei tubi in P.E.a.d. deve essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari su superfici che non presentino irregolarità tali da provocare deformazioni dei tubi nel tempo; l'accatastamento non deve superare l'altezza di 2 m.

La profondità di posa dei tubi in P.E.a.d. dovrà essere almeno di 0,80 m riferita alla generatrice superiore ed in ogni caso sarà stabilita dalla Direzione Lavori, in funzione dei carichi dovuti alla circolazione, del pericolo di gelo e del diametro della tubazione.

Il tubo sarà steso su uno strato di materiale fino, di spessore non inferiore a 10 cm e verrà poi rinfiato e ricoperto con lo stesso materiale, per uno spessore non inferiore a 15 cm. Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo, costipato per strati.

Le giunzioni delle tubazioni in P.E.a.d. saranno eseguite secondo necessità con saldature testa a testa, giunzioni elettrosaldabili, con serraggio meccanico per mezzo di giunti metallici, mediante flangiatura di pezzi speciali.

### **15.1.4 Tubi in calcestruzzo vibrocentrifugato**

Dovranno essere in calcestruzzo vibrocentrifugato a compressione radiale, armato con gabbia rigida elettrosaldata a barre verticali e spirale longitudinale continua, idonea a garantire un copriferro minimo definito in fase di progetto e percentuale minima di armatura relativa all'area di sezione trasversale longitudinale al corpo del tubo maggiore dello 0,25%, di sezione circolare e con o senza base d'appoggio, con incastro del tipo a bicchiere.

I tubi, che dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione, dovranno essere prodotti con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con caratteristica a compressione del calcestruzzo maturo non inferiore a 45 N/mm<sup>2</sup> ed assorbimento massimo minore del 6%.

Tra i singoli elementi verrà interposto un giunto in gomma sintetica a rotolamento (oppure incorporato nella femmina, oppure a cuneo, oppure lamellare) conforme alla norma UNI EN 681.1, atto a garantire la tenuta idraulica della condotta ad una pressione d'esercizio massima interna di 0,5 bar.

La condotta è destinata a raccogliere e convogliare acque nere, acque piovane e acque superficiali per gravità. Le tubazioni, prive di fori passanti, andranno poste in opera su platea in calcestruzzo o su sottofondo in tout-



venant ben compattato delle dimensioni come da progetto, ed eventuale rinfiando ; il conglomerato per la platea ed i rinfiando sarà del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

La giunzione tra i vari elementi dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali (del tipo TIR-FOR) e comunque sotto il controllo e l'approvazione della direzione lavori. La posa dovrà essere preceduta dall'applicazione sulla estremità opposta a quella dove risiede il giunto di apposito lubrificante sintetico per favorire l'innesto dei tubi. La condotta dovrà sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi propri (stradali di 1° categoria) secondo quanto indicato in progetto ed in sede di verifica statica, da parte del produttore dei tubi, con ingegnere iscritto all'albo. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate nelle varie fasi del processo produttivo da azienda operante in conformità alla norma UNI EN 1916:2004 con Sistema di attestazione della conformità di tipo 4 e munite di Dichiarazione di conformità che autorizza il fabbricante ad apporre la marcatura CE. La stessa dovrà figurare sui documenti commerciali di accompagnamento (bolla di consegna) della merce.

Compreso nel prezzo la regolarizzazione del fondo, tutti gli oneri della posa per dare il lavoro finito a regola d'arte e secondo le indicazioni della D.L. e nel rispetto delle sezioni tipo allegate, escluso lo scavo e i materiali di sottofondo e rinfiando.

### **15.1.5 Tubi in gres ceramico**

Dovranno essere in gres ceramico, ottenuti da impasti omogenei e sottoposti a cottura di vetrificazione, verniciati internamente ed esternamente con 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.

### **15.1.6 Posa in opera di tubi in generale – Norme varie**

Prima della posa in opera i tubi, i giunti e i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati, quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso di impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso. La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato. I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti. Il letto di posa - che non è necessario nel caso di terreno sciolto e lo è invece in caso di terreni rocciosi consisterà, nei casi in cui è prescritto dal Direttore dei lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del

tubo che vi verrà posato. Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

In nessuno caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle (livellette) di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza a di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In questo ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo. Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0°C per evitare danneggiamenti. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti. E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari. Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati. Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dal Direttore dei lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele e a carico dell'impresa.

#### Trasporto ed accatastamento dei tubi e dei raccordi in generale

I tubi per la costruzione di fognature vengono forniti in barre generalmente di lunghezza maggiore di 2 m o comunque in pezzature da convenirsi tra committente e fornitore.

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico.

I tubi vanno sistemati in maniera ordinata e razionale, curando che siano appoggiati per l'intera lunghezza (convenientemente distanziati se trattasi di tubi bicchierati) e che siano manovrati durante le operazioni di carico e scarico in modo evitare urti e abrasioni. In particolare tali accorgimenti vanno sottolineati nei periodi invernali o in periodi con temperature rigide che possono dare luogo a fenomeni di infragilimento.

Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari, adottando gli opportuni accorgimenti in modo che i tubi non vengano mai direttamente a contatto con esse per non provocare abrasioni o danneggiamenti.

Carico, scarico e movimentazione.

Se il carico e lo scarico dai mezzi di trasporto e comunque la movimentazione vengono effettuati con gru o col braccio meccanico di un escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale con un bilancino di ampiezza adeguata. Se queste operazioni vengono effettuate manualmente, si eviti in ogni modo di fare strisciare i tubi sulle sponde del mezzo di trasporto o comunque su oggetti duri ed aguzzi.

Accatastamento.

Il piano di appoggio a terra dovrà essere livellato ed esente da asperità e soprattutto da pietre appuntite. L'altezza di accatastamento non deve essere superiore a 2 m qualunque sia il diametro dei tubi. Quando i tubi vengono accatastati all'aperto per lunghi periodi è consigliabile proteggerli dai raggi solari.

Raccordi ed accessori.

Questi pezzi sono forniti in genere in appositi imballaggi. Se sono forniti sfusi si dovrà avere cura, nel trasporto ed immagazzinamento, di non ammucchiarli disordinatamente e si dovrà evitare che possano essere deformati o danneggiati per effetto di urti fra di essi o con altri materiali pesanti.

#### Posa in opera dei pezzi speciali e delle apparecchiature idrauliche

I pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche saranno collocati seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi. I pezzi speciali saranno in perfetta coassialità con i tubi.

Gli organi di manovra (saracinesche di arresto e scarico, sfiati, gruppi per la prova di pressione, ecc.) e i giunti isolanti - che è conveniente prima preparare fuori opera e poi montare nelle tubazioni - verranno installati, seguendo tutte le prescrizioni prima indicate per i tubi, in pozzetti o camerette in muratura accessibili e drenate dalle acque di infiltrazione in modo che non siano a contatto con acqua e fango. Fra gli organi di manovra ed eventuali muretti di appoggio verranno interposte lastre di materiale isolante.

Nei casi in cui non è possibile mantenere le camerette sicuramente e costantemente asciutte, le apparecchiature suddette saranno opportunamente rivestite, operando su di esse prima della loro installazione e successivamente sulle flange in opera.

Parimenti saranno rivestiti, negli stessi casi o se si tratta di giunti isolanti interrati, i giunti medesimi.

Le saracinesche di arresto avranno in genere lo stesso diametro della tubazione nella quale debbono essere inserite e saranno collocate nei punti indicati nei disegni di progetto o dal Direttore dei lavori.

Le saracinesche di scarico saranno collocate comunque - sulle diramazioni di pezzi a T o di pezzi a croce - nei punti più depressi della condotta tra due tronchi a V (discesa - salita), ovvero all'estremità inferiore di un tronco isolato.

Giunzione dei pezzi speciali flangiati e delle apparecchiature idrauliche con la tubazione:

il collegamento dei pezzi speciali flangiati o delle apparecchiature idrauliche con la tubazione è normalmente eseguito con Giunto a flangia piena consistente nella unione, mediante bulloni, di due flange poste alle estremità dei tubi o pezzi speciali o apparecchiature da collegare, tra le quali è stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di 5 mm o una guarnizione di gomma telata. Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno del - collarino - della flangia.

E' vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto.

Quando per particolari condizioni di posa della condotta, sia indispensabile l'impiego di ringrossi tra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro evitando di produrre anormali sollecitazioni della flangia, che potrebbero provocarne la rottura.

Stretti i bulloni la rondella in piombo sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una tenuta perfetta.

#### Letto di posa e rinfianco

La natura del fondo della trincea o più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto

all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei, collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Se si ha motivo di temere l'instabilità del terreno o del letto di posa della canalizzazione e dei relativi manufatti in muratura, a causa dell'erosione di acqua reperita nella trincea, bisogna opportunamente consolidare il terreno con l'ausilio di tubi di drenaggio al di sotto della canalizzazione (o dei manufatti in muratura) disponendo tutto intorno a detti tubi di drenaggio uno strato spesso di ghiaia o di altro materiale appropriato; occorre cioè assicurare la condizione che non sussista la possibilità di alcuno spostamento del materiale di rinterro a causa della falda acquifera. Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame si sovrappone un letto di posa sabbioso così da avere la superficie d'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo la intera tubazione.

#### 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 si consiglia sia fatto nelle ore meno calde della giornata. Si procederà sempre a zone di 20 ÷ 30 m, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita; si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata.

Si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante. Una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere sempre mantenuta libera di muoversi e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso.

#### Tubazioni in cls

##### Giunzione delle tubazioni

La giunzione viene fatta mediante anelli di tenuta in gomma incorporati nel bicchiere del tubo circolare vibrocompresso armato durante la fase di costruzione del tubo stesso e saldamente ancorati ad esso. Gli anelli in gomma del tipo indicato dovranno garantire la tenuta idraulica perfetta, e dovranno essere prodotti, controllati e certificati a norma UNI EN 681.

La giunzione fra le tubazioni in CLS dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916 e quelle relative alle guarnizioni in gomma, dove la compressione ottimale della gomma è individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica, che dovrà invece discendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla qualità della gomma.

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, butadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa UNI EN 681. La miscela della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.

Le guarnizioni di tenuta dovranno poter garantire la tenuta idraulica perfetta.

Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

##### Posa delle condotte

La posa in opera delle tubazioni in CLS deve essere realizzata secondo i seguenti accorgimenti:

- il tubo deve appoggiare lungo il piede di posa inferiore ed essere tirato verso la giunzione scivolando sul piano d'appoggio, mantenendo l'allineamento dell'asse longitudinale. Il piano d'appoggio, costituito da una platea di fondazione in cls, deve seguire la livelletta di progetto;
- dopo l'innesto si provvederà al rinfiamento in cls fino alla generatrice superiore del tubo e quindi al rinterro secondo le specifiche di progetto.

#### Letto di posa, rinfiamento e ricoprimento

Dopo aver accuratamente livellato il fondo dello scavo e imposto le corrette pendenze, si provvede alla realizzazione del letto di posa della tubazione, costituito da platea in cls di cemento Rck 15, di spessore 20 cm e larghezza pari a DNI+20 cm.

Analogamente si provvederà alla realizzazione di rinfiamenti in CLS Rck 150, fino alla generatrice superiore del tubo.

Superiormente a questo strato viene effettuato il rinterro ordinario con materiale di risulta dello scavo; per i tratti al di sotto della strada di manutenzione dovrà essere effettuato il costipamento in modo da avere una resistenza a compressione pari al 95% della prova Proctor modificata. Per il rinterro ordinario si deve in ogni caso tener conto che il rinterro deve presentarsi privo di vuoti macroscopicamente visibili; lo strato di superficie deve garantire nel tempo una portanza uguale a quella preesistente ai lavori; resta comunque facoltà della DD.LL., eseguiti gli accertamenti iniziali sul tracciato e prima dell'inizio delle opere, prescrivere, se del caso, il ricorso ad altro materiale di riporto

#### Collaudo condotte

- Il collaudo dovrà essere eseguito secondo la procedura descritta dalla normativa UNI EN 1610 del 30/11/99.
- Collaudo con acqua (metodo "W")
- La pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa e una pressione minima di 10 kPa misurata sulla generatrice superiore del tubo. Il tempo di prova deve essere di 30 minuti.
- Requisiti di prova: si deve mantenere la pressione entro 1 kPa della pressione di prova definita in precedenza rabboccando con acqua. Si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta.
- Il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta non è maggiore di:
  - 0,15 l/m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per le tubazioni;
  - 0,20 l/m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;
  - 0,40 l/m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata, nel tempo di 30 min per i pozzetti e le camere di ispezione.

#### Tubazioni in PVC

Le tubazioni plastiche sono in PVC rigido a parete strutturata per condotte fognarie e civili ed industriali costruiti secondo prEN 13476-1/2000 con giunto "gielle" ed anello di tenuta di materiale elastomerico. I tubi vengono forniti di lunghezza 6 metri.

La corrispondenza delle classi di tubazioni caratterizzate da diverse rigidità anulari (SN) e da diversi spessori minimi (SDR), come previste dalla norma prEN 13476-1 deve rispettare quanto riportato, per i differenti diametri (DN), nella tabella seguente:

CLASSIFICAZIONE APPLICAZIONE	prEN 13476-1 SN 2 (SDR 51)	prEN 13476-1 SN 4 (SDR 41)	prEN 13476-1 SN 8 (SDR 34)
---------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

	<i>Spessore [mm]</i>		
DN 160	4.5	4.5	5.0
DN 200	5.4	5.5	6.2
DN 250	6.5	6.7	7.8
DN 315	8.0	8.5	9.8
DN 400	10.2	10.9	12.5
DN 500	12.4	13.1	15.5
DN 630	16.9	17.7	19.4
DN 800	21.0	22.5	24.5
DN 1000	26.0	27.5	28.0
DN 1200	28.5	30.5	32.5

#### Trasporto, carico, scarico, movimentazione e accatastamento

Nel trasporto dei tubi i piani di appoggio devono essere privi di asperità. I tubi devono essere appoggiati evitando eccessive sporgenze al di fuori del piano di carico. Le imbracature per il fissaggio del carico devono essere realizzate con funi o bande di canapa o di nylon o similari. Nel caso di utilizzo di gru o di braccio di escavatore, i tubi devono essere sollevati nella zona centrale, con un bilancino di ampiezza adeguata. Nel caso di movimentazione manuale si deve evitare lo strisciamento dei tubi.

Il piano di appoggio a terra deve essere livellato ed esente da asperità. L'altezza dell'accatastamento non deve essere superiore 1.5 m. L'accatastamento non deve essere esposto per lunghi periodi ai raggi solari, pertanto devono essere predisposte opportune protezioni.

I raccordi e gli accessori sono forniti solitamente in appositi imballaggi, e devono essere delle stesse caratteristiche dei tubi.

#### Giunzioni

Il sistema di giunzione fra tubo e tubo e fra tubo e raccordo di PVC è di tipo a bicchiere con anello di tenuta (la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in un'apposita sede ricavata nel bicchiere stesso). Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme UNI 7447.

#### Posa in opera

Posa in trincea e sotto terrapieno

La larghezza minima da assegnare alla trincea è riassunta di seguito:

- DN	- Larghezza scavo (m)	- DN	- Larghezza scavo (m)
- DN160	- 66	- DN400	- 100
- DN200	- 70	- DN500	- 110
- DN250	- 75	- DN630	- 123
- DN315	- 82	- DN710	- 131

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

#### Altezze di ricoprimento del tubo maggiori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Il tubo sarà affondato nel getto di cls fino ad una quota superiore alla platea pari a  $\frac{1}{4}$  del DN della tubazione.

Quindi si rinfianca con sabbione fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo; il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro 0.10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (<0.08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione.

Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea, almeno per i primi 50 cm, deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

#### Altezze di ricoprimento del tubo minori di 0,8 m

Al fondo della trincea si realizza una platea in cls di cemento Rck 15 così da avere la superficie di appoggio della tubazione perfettamente piana. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 10 cm per tubazioni con diametro minore o uguale di 400 mm, 15 cm per diametri superiori. Quindi si ricopre con calcestruzzo fino ad una quota di 10 cm superiore alla generatrice del tubo.

Superiormente si ricopre con misto granulare di cava per un'altezza di 20 cm

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

#### Collaudo:

Il collaudo di una tubazione in PVC deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione; si deve effettuare sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare attraverso il pozzetto di monte, fino al livello stradale del pozzetto a valle, o adottando un altro sistema idoneo a conseguire lo stesso scopo.

#### **Tubazioni in GRES CERAMICO**

##### Sistema di giunzione:

Le tubazioni dovranno essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano fissate in stabilimento. Le seguenti tubazioni dal DN 400, 500, 600, 700 e DN 800 potranno essere fornite con lunghezza utile di 2500 mm. Dette guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:



Prova	Unità	Limite	Prova UNI EN 295-3, punto
Resistenza alla trazione	N/mm <sup>2</sup>	≥2	15.2
Allungamento a rottura	%	≥90	15.2
Durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.3
Deformazione residua rimanente dopo 24 h a 70°C %	%	≤20	15.5
Deformazione residua rimanente dopo 70 h a 23° C %	%	≤5	15.5
Resistenza allo invecchiamento della durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.6
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 IRHD	≤80	15.7

#### 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 0,5 bar, equivalente ad un battente idraulico di 5 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 500mm	30 mm/m
dal Ø 600 mm al Ø 800mm	20 mm/m

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

#### Posa in opera

##### Trincea e sotto terrapieno

Lo scavo per le tubazioni sarà realizzato in conformità alla norma UNI EN 1610

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

#### Microtunnelling

L'esecuzione dei tratti di condotta con la tecnica del microtunnelling prevede le seguenti fasi di lavorazione:



- l'installazione delle attrezzature necessarie, l'individuazione dei caposaldi planoaltimetrici, l'installazione della segnaletica diurna e notturna e la recinzione delle aree interessate dai lavori;
  - la realizzazione dei pozzetti di spinta e di arrivo delle dimensioni richieste dalla tipologia di macchina utilizzata;
  - l'installazione delle attrezzature per il microtunnelling in prossimità ed all'interno del pozzo spinta, comprese tutte le operazioni propedeutiche alla spinta lungo una direzione, il recupero della testa dal pozzo di ricevimento, le sigillature (se necessarie) con guarnizione di tenuta del punto di perforazione e di ricevimento e la realizzazione del blocco di contrasto per la spinta;
  - la posa delle tubazioni secondo la direzione e le livellette di progetto
- Le tolleranze ammesse rispetto al tracciato di progetto sono pari +/- 25 mm. in verticale e +/- 50mm. in orizzontale.

Prima dell'inserimento delle tubazioni nel pozzo di spinta è richiesta l'esecuzione del test di integrità degli stessi, utilizzando l'apposita attrezzatura secondo le specifiche del produttore.

Collaudo:

Come previsto dal "Decreto del Ministero dei lavori Pubblici del 12 dicembre 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.

## **15.2 POZZETTI, CHIUSINI, GRIGLIE**

### **15.2.1 Pozzetti prefabbricati in c.a.v.**

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera di diametro interno di 1000 mm, con spessore minimo della parete di 150 mm per innesti fino a diametro 350 mm, spessore 230 mm per innesti fino a 600 mm. Il pozzetto per altezze fino a circa tre metri, dovrà essere realizzato in due soli elementi: la base completa con fori d'innesto, rivestimento interno in poliuretano con sagomatura del fondo e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino. Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio che nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione. Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo. Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/- 5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1. Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 % delle dimensioni nominali. La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo. I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "Criteri, metodologie, e norme tecniche generali", di cui all'art..... 2, lettere b), d), e), della Legge 10 maggio 1976, n. 319. La posa sarà preceduta dalla rimozione della protezione in polistirolo della cavità di espansione della gomma e dalla lubrificazione del giunto D4 per innesti dell'elemento maschio di gres da effettuarsi con apposito lubrificante.

### **15.2.2 Pozzetti in muratura**

Il pozzetto sarà eseguito con pareti in muratura di mattoni pieni a due teste previa esecuzione dello scavo in materie di qualsiasi natura e consistenza, della platea di fondo dello spessore di 15 cm in conglomerato cementizio avente Rck t 20 MPa, completo di cordolo di coronamento dell'altezza di cm 12 in cemento armato avente Rck t 30 MPa e dell'intonacatura interna con malta di cemento lisciata.

### **15.2.3 Pozzetti in PEMD**

Pozzetto in PEMD tipo "hofit" 206-3C863, Ø interno 800 mm ed ingombro esterno Ø 940

Il pozzetto dovrà avere base sagomata con nr. 3 predisposizioni d'ingresso posta una in linea e nr. 2 laterali a 67° ca. poste a più 35 mm rispetto alla linea principale che avrà una pendenza propria del 1,5 %. Tutti gli allacciamenti di ingresso, permetteranno il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 630 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori. I fori per gli innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte e sbavate al fine di poter inserire la speciale guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. Eventuali allacciamenti supplementari a quote differenti, fino al diam. 315, verranno realizzati con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l'inserimento della guarnizione. Per diametri superiori, verranno saldati appositi adattatori quotati a parte. L'uscita dovrà essere predisposta con un tronchetto a riduzione nei diam. 630/500 mm. Gli elementi del pozzetto dovranno essere dotati di appositi anelli contro la spinta ascensionale di raggio non inferiore a 60 mm oltre al diametro della parete. L'elemento terminale del pozzetto di forma conica/concentrica, dovrà avere passo d'uomo del diametro non inferiore a 600 mm e accorciabile di 250 mm per permettere un'agevole ispezione.

Gli elementi costituenti il pozzetto dovranno essere uniti mediante saldatura effettuata nell'apposita giunzione a bicchiere oppure collegati mediante guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" JG. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Tutti gli elementi del pozzetto, dovranno presentare nervature di rinforzo sia orizzontali che verticali per resistere ai diversi tipi di spinta. Questi inoltre dovranno essere prodotti con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm<sup>3</sup> (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento < -70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15÷20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiamento dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggettamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiamento, anche totale, del pozzetto. L'operazione di rinfiamento dovrà avvenire solo dopo aver collegato tutte le tubazioni, ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto. In caso di installazione del pozzetto in gruppo 3-4 (vedi norma UNI-EN 124/95), è necessario che il chiusino in poggia su un' idonea piastra di

ripartizione in cls (vedi particolari costruttivi). La posa della piastra dovrà avvenire sul terreno compattato come precedentemente descritto, prima che ogni mezzo possa circolare in un raggio d'azione di 3 metri. Oltre alle sopraccitate indicazioni, dovranno essere seguite tutte le prescrizioni indicate sul manuale di installazione che il fornitore dovrà trasmettere alla D.L. prima dell'inizio dei lavori assieme alla certificazione aziendale ISO 9001-2000, garanzia decennale, certificato provenienza materia prima, certificato di collaudo delle scale (dove previste), certificato di verifica statica, calcoli contro le spinte ascensionali (dove prevista installazione in presenza di falda), certificazione rilasciata da ente terzo per l'apposizione del marchiaggio "U" (per le tipologie che le prevedono) e dichiarazione di conformità al capitolato.

Pozzetto sifonato in PEMD tipo "Easy gully 240-GT40077", Ø esterno 520 mm altezza totale 770 mm

Il pozzetto dovrà avere base semisferica con spessore non inferiore a 7 mm e di peso non inferiore 14 Kg. L'ingresso, permetterà il collegamento standard di condotte in materiale plastico PVC-PE fino al diametro di 200 mm secondo UNI EN 1401, per materiali diversi (gres, ghisa, vetroresina) verranno utilizzati speciali adattatori stampati. I fori per gli eventuali innesti dovranno essere effettuati lungo le apposite linee di taglio già predisposte a 210° con l'ausilio di apposite frese a tazza e con l'inserimento della guarnizione a doppio labbro tipo "hofit" GN-S. L'uscita avrà tronchetto a doppia esse con funzione di sifone Ø 200 mm e sarà posta a 250 mm dal fondo al fine di creare un invaso di 40 mm. Questa dovrà inoltre essere ispezionabile mediante tubo di collegamento Ø63 con apposito tappo gomma. Il pozzetto dovrà presentare 2 nervature di rinforzo orizzontali sporgenti 50 mm oltre il diametro esterno del pozzetto e poste a 215 mm di distanza una dall'altra al fine di contrastare i diversi tipi di spinta e allo stesso tempo creare lo spazio per l'innesto delle tubazioni. L'elemento terminale del pozzetto, accorciabile di 100 mm, dovrà avere DE Ø315 mm al fine di poter essere prolungato mediante l'utilizzo di tubazione in PVC. Tutte le guarnizioni utilizzate, dovranno essere a norma DIN 4060, e dovranno garantire la tenuta in pressione fino a 0,5 bar, ed in depressione fino a 0,3 bar. Questo inoltre dovrà essere prodotto con il metodo della fusione rotazionale da aziende con specifica esperienza decennale aventi la certificazione di conformità del sistema produttivo ISO 9001-2000 (progettazione e produzione). Il polietilene utilizzato dovrà essere vergine al 100%, di densità non inferiore a 0,944 Kg/dm<sup>3</sup> (ISO 1183), con una resistenza alla trazione pari a 18 Mpa (ISO 527-2), con un modulo di elasticità pari a 700 Mpa (ISO 178) per una temperatura di infrangimento <-70°C (ISO 974). La posa dovrà avvenire su un letto di ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127. Il rinfiacco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dei pozzetti, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 1,5 metri fintanto che il terreno non verrà compattando a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm. In presenza di falda, il riempimento dovrà avvenire con ghiaietto spezzato 4÷8 mm, fino quando questo non impedirà il galleggiamento del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere adatto sistema di aggettamento durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto. L'operazione inoltre dovrà comprendere, se necessario, adatto sistema di aggettamento e blindaggio dello scavo durante tutta la fase di posa. Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento 325 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per mc di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto. L'operazione di rinfiacco dovrà avvenire solo dopo aver controllato la perfetta verticalità del pozzetto. In caso di installazione in zone ad alta densità di traffico, è necessaria l'utilizzo della piastra di ripartizione in cls armata diam. est. 700 mm e diam. int. 350 mm, h 100 mm quotata a parte (vedi disegni esecutivi), che dovrà avvenire dopo l'esatta messa in quota del pozzetto, avvenuta tagliando all'altezza desiderata lungo le apposite guide stampate ogni centimetro sulla parte terminale del pozzetto. E' compresa la fornitura e posa in opera di chiusino o griglia piana/concava con telaio

a disegno speciale per montaggio diretto su pozzetto mediante guarnizione a tenuta in neoprene di fabbricazione CEE, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe C 250 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 250 kN rivestito di vernice protettiva idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante conforme alle esigenze della norma BS 3416. Sul coperchio/griglia e sul telaio devono essere riportate di fusione le seguenti marcature: UNI-EN 124 o EN 124, C250, nome o logo del produttore e luogo di fabbricazione (quest'ultimo può essere in codice purché verificabile), marchio di qualità prodotto di un ente di certificazione accreditato per la certificazione di dispositivi di copertura e coronamento in ghisa. Gli elementi di copertura dovranno avere le seguenti caratteristiche: Griglia piana tipo "Easy block GD 50.50 SELFLEVEL" Griglia con telaio per installazione di tipo autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo, realizzata in ghisa sferoidale 5007/GJS 500-7 a norme ISO 1083 / EN 1563, conforme alla classe D 400 della norma EN124:1994 con carico di rottura > 400 kN, rivestita di vernice protettiva idrosolubile di colore nero conforme alla specifica BS 3416, realizzata in stabilimenti di proprietà del fabbricante con ciclo produttivo e di progettazione certificati ISO 9001: 2000. Composta da due semigriglie triangolari, collegate tra loro elasticamente sulla ipotenusa per mezzo di un sistema di assi e coppie in acciaio, che garantiscano ciascuna l'appoggio al telaio in soli tre punti con profondità di incastro non inferiore a 60 mm. Ingombro totale delle due semigriglie assemblate tra loro 500x500 mm. Peso delle semigriglie: 17,5 kg. X 2. Telaio a base rovesciata, idoneo per l'installazione autolivellante con conglomerato bituminoso a caldo, delle dimensioni di ingombro 645 x 606 mm., altezza totale 235 mm. e luce netta, misurata sulla riduzione circolare di assemblaggio al pozzetto, di Ø 342 mm., decentrato rispetto alla sua apertura libera per consentire il massimo accostamento al ciglio stradale. La sezione verticale del telaio deve presentare una riduzione, atta a realizzare il collegamento con apposito pozzetto ad apertura circolare e che permetta operazioni di rialzo successivo alla prima installazione con il solo utilizzo di conglomerato a caldo, di forma cilindrica con altezza utile di almeno 123 mm. e diametro esterno di 381 mm. Peso complessivo del dispositivo: 71 kg E' inoltre incluso ogni onere relativo a scavo, compreso nella voce relativa allo scavo applicato alla condotta, movimentazione terra, fornitura inerti, trasporto dai luoghi di produzione al cantiere, lo scarico dagli automezzi, l'accatastamento in aree da procurare a spesa dell'impresa, la ripresa fino al luogo di posa, e quant'altro necessario per realizzare le opere a regola d'arte.

#### **15.2.4 Chiusini e griglie**

Completi di telaio, a chiusura battente, saranno posti in opera su pozzetti e/o canalette o ancorati agli stessi. Possono essere in:

- calcestruzzo avente Rck 30 MPa, armato con rete elettrosaldata di diametro e maglia adeguati; il telaio, nello stesso materiale, sarà allettato con malta cementizia;
- ghisa, di tipo carrabile; il telaio, nello stesso materiale, sarà ancorato al cordolo di sommità;
- manufatti in ferro profilato e/o lamiera in ferro striata, zincati a caldo.

Saranno conformi alle norme UNI – EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante:

la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante. La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

### **15.3 CANALETTE**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck 25 MPa, in elementi prefabbricati di cm 50/40x 50 x 20 e spessore di 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto. Le canalette dovranno estendersi lungo

tutta la scarpata, dalla banchina. al fosso di guardia Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi in calcestruzzo, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento e in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per una lunghezza minima di 60 cm, in modo che sporgano dal terreno almeno 20 cm. Analoghi ancoraggi saranno infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire lo slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito da eseguirsi in conglomerato cementizio, gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

## **15.4 MANTELLATE IN LASTRE**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck 25 MPa, in elementi prefabbricati di dimensioni di 50x25x5 cm.

La superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro.

Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro di 6 mm in acciaio del tipo **B450C**, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 kg/ m<sup>3</sup> di cemento.

La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lisciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie;

Durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e, se necessario, ricoperta con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni quattro-cinque metri trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriate caratteristiche, tale da aderire alla lastre e di non colare. In corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

## **15.5 MANTELLATE A GRIGLIATO ARTICOLATO**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente Rck 30 MPa, armato con tondini di acciaio **B450C** del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m<sup>2</sup> e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ed articolata, in grado di seguire gli assestamenti delle superfici di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9 ÷ 10 cm. e peso di 30 ÷ 35 Kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35 ÷ 40% della sua superficie. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati. In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione ed il costipamento del piano di posa, il successivo riempimento delle cavità della mantellata con terra vegetale e la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

## **15.6 RIVESTIMENTO PER CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA**

### a) In elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck 30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a 3,0 kg/m<sup>2</sup>.mm.

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale o ad L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore non dovrà essere inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a 500 kg/m<sup>3</sup> di cemento.

Posa in opera degli elementi su letto di materiale arido e costipato avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

### b) In conglomerato cementizio gettato in opera

Il rivestimento dei canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio avente Rck 30 MPa, gettato in opera con lo spessore previsto nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione dei giunti.

### c) In muratura di pietrame

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento, dello spessore indicato in progetto, sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

## **15.7 CORDONATURE**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck t 30 MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio avente Rck 25, MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi dei cordonatura.



## **16 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI**

### **16.1 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI**

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro o fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Le demolizioni dovranno essere eseguite sotto la sorveglianza di un preposto e condotte in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali adiacenti.

Ai sensi del art. 151 comma 2 del D.Lgs.81/08 la successione dei lavori di demolizione dovrà risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non arrecare danno a persone, strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizione potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi. Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7÷0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Società, tramite la Direzione Lavori, le esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrada in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione delle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta ritenuti idonei dalla Direzione Lavori saranno reimpiegati secondo quanto previsto nei capitoli precedenti fermo restando l'obbligo di allontanare e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

### **16.2 IDRODEMOLIZIONI**

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia antinfortunistica, alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

### **16.3 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATO CON FRESE**

La demolizione della parte della sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso deve essere effettuata con apposite attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta; su parere della Direzione Lavori potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Tutte le attrezzature devono essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Direzione Lavori; devono inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto) deve risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non perfettamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera.

L'Impresa si deve scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione definiti in progetto. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al Direttore dei Lavori o a un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della demolizione deve essere mantenuto costante in tutti i punti e deve essere valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali deve essere eseguita con attrezzature approvate dalla Direzione Lavori munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori a 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale avendo cura di formare un gradino fra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

Le pareti dei giunti longitudinali devono risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e prive di screpolature.

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo devono, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

### **16.4 DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI**

La demolizione dell'intera sovrastruttura può essere eseguita con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori, ecc. a discrezione della Direzione Lavori ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di screpolature.

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte di pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa. L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita nel caso che non si proceda alla stesa del misto granulometricamente stabilizzato.



## **16.5 RIMOZIONI**

Per rimozione si intende:

- lo smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- lo smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra, in pavimentazione o in conglomerato cementizio;
- lo smontaggio di pali di illuminazione, pannelli di segnalazione, segnaletica verticale esistenti.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta fuori delle pertinenze autostradali ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Società, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

## **17 RILEVATI**

### **17.1 DEFINIZIONE**

Si definiscono con il termine di rilevati tutte quelle opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni. Le caratteristiche geometriche, la natura e le proprietà fisico meccaniche dei materiali che costituiranno il corpo del rilevato e che saranno oggetto della fornitura, saranno comunicate dalla Direzione Lavori all'Impresa, che dovrà tenerne conto ai fini del loro reimpiego a rilevato, restando impregiudicata per l'Impresa la possibilità di effettuare controlli a propria discrezione e spese.

L'impresa dovrà garantire inoltre il controllo della deformazione dei corpi in rilevato che verranno realizzati, provvedendo alle verifiche dei cedimenti e delle deformazioni avendo predisposto una rete di capisaldi di controllo.

L'Impresa, a seguito di eventuale ordine scritto della D.L. dovrà eseguire a sua cura e spese, sondaggi geotecnici, pozzetti esplorativi, prove penetrometriche statiche e/o dinamiche, prove di carico su piastra e qualsiasi altra indagine aggiuntiva (prove geofisiche, etc.), atte a verificare con sufficiente dettaglio che le caratteristiche locali stratigrafiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni di sedime siano conformi alle previsioni di progetto.

Salvo controindicazioni della Direzione Lavori i punti di indagine saranno posti ad intervalli di almeno 100 m e le indagini saranno spinte ad una profondità almeno pari alla metà della larghezza del piano di posa del rilevato salvo attestarsi nell'eventuale substrato roccioso.

### **17.2 MATERIALI PER LA FORMAZIONE DI RILEVATI**

#### ***17.2.1 Condizioni generali d'accettazione - Prove di controllo***

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori, la quale dovrà attenersi alle direttive di carattere generale o particolare eventualmente impartite dai competenti Uffici della Società.

L'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera.

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.

Malgrado 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.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti in seguito specificati e indicati dalla Società e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali specificati nell'Art. 20 della Legge 5-11-1971 n. 1086; la Direzione Lavori potrà, a suo giudizio, autorizzare l'esecuzione delle prove presso altri laboratori di sua fiducia.

Solo dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio e/o della documentazione presentata, il materiale potrà essere trasportato a piè d'opera per essere impiegato nella costruzione, fermo restando che l'Appaltatore stesso sarà comunque responsabile, a tutti gli effetti, della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità - ove necessarie e come di seguito specificate- sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

### **17.2.2 Caratteristiche dei vari materiali – Generalità**

I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento al D.P.R. 21.04.1993, n. 246 di attuazione della Direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione e 10.12.1997, n. 499 Regolamento recante norme di attuazione della Direttiva 93/68/CEE per la parte che modifica la Direttiva 89/106/CEE in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiama la seguente norma elaborata dal CEN: UNI EN 13242 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile.

Nel caso di mancanza di tale certificazione, il materiale non verrà ritenuto idoneo all'impiego ed immediatamente allontanato dal cantiere, a totale cura e spese dell'impresa.

In caso di discrepanza o difformità con quanto fissato nel presente articolo, varrà quanto prescritto nella Norma specifica.

L'Impresa dovrà comunque eseguire le forniture in ottemperanza alle leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni degli enti competenti in materia di Lavori Pubblici, con particolare riferimento agli ordini che la Direzione Lavori le impartirà, sulla base delle direttive che i competenti uffici della Società, riterranno di emettere.

Pertanto, ferma restando ogni altra responsabilità dell'Impresa a termini di legge, essa rimane unica e completa responsabile della fornitura oggetto dell'appalto.

Le presenti Norme Tecniche determinano in modo prioritario le modalità di fornitura, dei materiali inerti; nel caso di discrepanze e difformità tra Norma Tecnica e descrizione della singola lavorazione contenuta nella lista delle lavorazioni, dovrà essere eseguito quanto previsto nelle Norme Tecniche.

### **17.2.3 Materiali per la formazione di rilevati**

#### **17.2.3.1 Provenienza dei materiali**

Prima di fornire i materiali a piè d'opera nel cantiere, provenienti dagli scavi e/o dalle cave di prestito, l'Appaltatore medesimo dovrà comunque esperire una campagna di indagini atta a fornire alla Direzione Lavori una esauriente documentazione in merito alle caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali al fine di ottenere l'idoneità all'utilizzo dei singoli materiali prevedendo un numero adeguato di sondaggi (almeno 1 sondaggio e/o pozzetto ogni 20.000 m<sup>3</sup>).

Laddove sarà previsto l'impiego di smarino di galleria o di materiali provenienti da scavo in roccia o in materie sciolte, la fornitura sarà autorizzata soltanto dopo il prelievo di campioni e l'esecuzione delle prove di laboratorio; l'Appaltatore provvederà inoltre alla eventuale frantumazione e vagliatura del materiale stesso, al fine di ridurlo ad idonea pezzatura (vedasi specifiche seguenti).

Ove l'Appaltatore si approvvigionasse da proprie cave di prestito, prima di avviarne la coltivazione per l'impiego a rilevato dei materiali di scavo, dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze

organiche, rifiuti e rimossi tutti quelli agenti che possono provocare la contaminazione del materiale durante la coltivazione.

Le cave di prestito, dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di Legge, secondo le prescrizioni impartite dagli Enti concedenti le relative autorizzazioni in modo che, tanto durante la cavatura ed anche a cavatura ultimata non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica, ferma restando ogni responsabilità connessa a tale attività unicamente in capo all'Appaltatore. Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Impresa dovesse avvalersi, esterne al cantiere di consegna.

Per le aree di deposito che eventualmente fossero messe a disposizione dalla D.L. all'interno dell'area di cantiere, l'Appaltatore rimane responsabile della loro conduzione e stabilità generale, avendo cura di garantire la sicurezza del personale e mezzi impiegati nelle operazioni di scarico, carico, trasporto e sistemazione, sia proprio che dell'impresa esecutrice dei lavori principali del lotto.

### **17.2.3.2 Autorizzazioni alla fornitura**

Prima di essere autorizzata ad iniziare la fornitura dei materiali per rilevati l'Appaltatore dovrà comunque sottoporre alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- una mappa della o delle aree di cava o comunque dei siti di estrazione in scala 1:1000 - 1:2000 indicante l'ubicazione dei saggi esplorativi effettuati;
- una relazione completa delle prove di laboratorio eseguite tanto per i materiali provenienti da cave che dagli scavi.

### **17.2.3.3 6.1.3.3 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003.

#### **Materiali per rilevati stradali provenienti da cave o da scavi**

Dovranno essere forniti, nelle quantità necessarie alla realizzazione dell'opera così come descritto dal Progetto definitivo, materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane.

La fornitura di materiale lapideo proveniente da frantumazione è ammessa solamente se il materiale presenta caratteristiche di natura non geliva, stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e comunque tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm; si escludono forniture di elementi prevalentemente bidimensionali o marcatamente scistosi, così come di rocce di natura flyshoidale.

I materiali forniti dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

#### **Fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7**

La fornitura di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 è ammessa limitatamente all'utilizzo previsto al paragrafo "Stabilizzazione con calce e/o cemento".

### **17.2.3.4 Trasporto e scarico dei materiali forniti in cantiere**

I materiali forniti in cantiere dovranno essere scaricati nei modi e nelle aree che verranno indicate dalla D.L., evitando ogni danneggiamento dei rilevati o comunque di opere già realizzate, o di strati di sottofondo.

Il materiale dovrà essere consegnato con percentuali di umidità prossime a quelle ottimali di impiego: in caso il contenuto di umidità fosse eccessivo ai fini dell'impiego a rilevato, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'asciugatura dello stesso in cava o in cantiere con operazioni di erpicazione e di aereatura.

Il deposito in cumuli, ove previsto e consentito dalla D.L., dovrà essere condotto in modo da garantire sempre la massima stabilità del cumulo stesso.

### **17.2.3.5 Prove di controllo ed autorizzazioni**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali sarà accertata mediante le seguenti prove di laboratorio, che verranno condotte con la frequenza minima di cui alla tabella seguente:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,425 UNI 2332;
- prova di compattazione UNI EN 13286-2:2005 ed esecuzione di:
  - \* analisi granulometrica sui materiali impiegati nella prova di compattazione prima e dopo la prova stessa limitatamente a quei materiali per i quali è sospetta la presenza di componenti instabili;
  - \* prova edometrica limitatamente ai materiali coesivi e semicoesivi prelevati dal campione dopo la esecuzione della prova UNI EN 13286-2:2005 e compattati al 95% della densità massima (+2%).

Il prelievo dei campioni sarà effettuato in contraddittorio con la Direzione Lavori la quale provvederà ad indicare i punti di prelievo e il nominativo del laboratorio (o dei laboratori) presso il quale l'Impresa provvederà a far eseguire a sua cura e spese, sotto il controllo della medesima, le prove richieste.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità dei siti di provenienza.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

La serie di prove sui primi 5000 m<sup>3</sup> verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione. In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripartizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti a materiali di identica provenienza. Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

Frequenza delle prove:

	primi 5000 m <sup>3</sup>	succes- sivi m <sup>3</sup>
Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003	500	5000
Costipamento UNI EN 13286- 2:2005	500	5000
Controllo umidità	1000	5000
Resistività	500	5000
PH	500	5000
Solfati e cloruri	500	5000

Solfuri	500	5000
---------	-----	------

#### 17.2.4 Materiali aridi provenienti da impianti di recupero e di riciclaggio

Nel caso sia previsto nella costruzione dei rilevati stradali l'impiego totale o parziale di materiali provenienti da impianti di riciclaggio, dovranno essere applicate le disposizioni di cui ai commi seguenti.

##### 17.2.4.1 *Descrizione*

Si considerano materiali riciclati quelli provenienti da attività di demolizione o di scarto di processi industriali trattati in impianto di lavorazione ai sensi del D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i..

I materiali provenienti da attività di costruzione o demolizione sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, intonaci, allettamenti, materiali lapidei provenienti da cave autorizzate o da attività di taglio e lavorazione.

I materiali di scarto provenienti da processi industriali sono prevalentemente costituiti da scorie, loppe d'alto forno, esclusivamente di nuova produzione e, comunque, non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno. I materiali di riuso possono venire miscelati tra loro ed anche con terre naturali, in modo da favorirne il riutilizzo nelle costruzioni stradali con i conseguenti benefici economici ed ambientali.

##### 17.2.4.2 *Qualificazione fisico-meccanica*

L'intrinseca variabilità di provenienza dei componenti impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti o partite omogenee, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento.

I requisiti di accettazione degli inerti riciclati variano a seconda del campo di impiego distinguendosi:

- impiego nello strato di sottofondo, fino alla profondità di circa 1,00 m a partire dal piano di posa della sovrastruttura;
- impiego per strati di rilevato, per bonifiche del piano di posa e similari.

Per le miscele a più largo spettro, provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, si applica la Tabella 1.1 seguente, nel caso meno restrittivo dell'impiego degli stessi nel corpo del rilevato si usa la Tabella 1.2.

<b>Tabella 1.1</b>		<b>Materiali per strato di sottofondo</b>	
<i>Parametro</i>	<i>Modalità di prova</i>	<i>Limiti</i>	
Cis, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	>80% in massa	
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4mm	<10% in massa	
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa	
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,2% in massa	
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<0,4% in massa	
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto Setaccio 4 mm	<15% in massa	
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<15% in massa	

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	NP
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>100% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Perdita Los Angeles	Uni EN 1097/2:2008	<45
Rapporto tra passante setaccio 0,425 e 0,075 mm	CNR 23/71	>1,5
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo $\pm 2$ % Wott	CNR 69/78	Differenza $P_{0.075post} - P_{0.075ante} \leq 5\%$
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-4:2008	<35
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933-3:2008	<35

Tabella 1.2 Materiali per corpo del rilevato		
Parametro	modalità di prova	Limiti
Cis, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<25% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,3% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, gesso	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,6% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<15% in massa
Passante setaccio 0,075UNI	CNR 75/1980	<25% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	<6
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85% in massa
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Dimensione massima	Misura diretta	< 140 mm
Trattenuto crivello 71UNI *	Frantumazione	Assenza di vuoti interni
* Nota: in caso di presenza di mattoni forati, blocchi forati e simili. va eseguita la frantumazione per il riuso fino ad avere il 100% di passante al crivello 71 UNI.		

Per gli inerti provenienti prevalentemente da attività industriali, con reimpiego diretto di una specifica tipologia di scarti, valgono invece le specificazioni riportate nella Tabella 2.1 per il sottofondo, e nella Tabella 2.2 per il corpo del rilevato.

Ai fini dell'impiego nel corpo stradale, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Tabella 2.1 Scarti industriali per sottofondo		
parametro	modalità di prova	limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>80% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,5% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	Non plastico

Perdita Los Angeles	UNI EN 1097/2	<45
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	100%
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<20% in massa
Produzione finissimo per costipamento AASHO mod. nell'intervallo $\pm 2\%$ Wott	CNR 69/78	Differenza $P_{0.075\text{post}} - P_{0.075\text{sante}} \approx 5\%$

<b>Tabella 2.2 Scarti industriali per corpo rilevato</b>		
<i>parametro</i>	<i>modalità di prova</i>	<i>limiti</i>
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<1% in massa
Passante crivello 71 UNI	CNR 23/71	>85%
Passante setaccio 4 mm	CNR 23/71	<60% in massa
Passante setaccio 0,075 UNI	CNR 75/1980	<25%
Dimensione massima $D_{\max}$	UNI EN 933/1	140 mm
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005	<4

### 17.2.4.3 Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11 e 7.17 del D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (norma UNI EN 1744-1) deve essere d1 per cento. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere d0,5 per cento.

### 17.2.4.4 Impianto di lavorazione

L'impianto di lavorazione, per garantire l'omogeneità e la costanza temporale del prodotto, deve essere organizzato in modo tale da:

- consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- essere dotato di una zona debitamente attrezzata e delimitata per lo stoccaggio provvisorio del materiale;
- consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- consentire, in uscita dall'alimentatore, il controllo qualitativo dei materiali e, con stoccaggio separato, tramite un by-pass, la successiva eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso;
- consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fina, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- essere dotato d'un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro (per le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore);



- essere dotato d'un vibrovaglio, per la selezione delle frazioni granulometriche. Le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc...) devono essere, invece, automaticamente separate, anche in più stadi e convogliate in appositi contenitori.

Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, l'impianto deve essere strutturato in modo tale da consentire la compensazione di carenze o eccedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); ciò, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato dall'Amministrazione per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo dettagliate al punto 7.1.3 del D.M. 05/02/98, n.72. Ai fini del mantenimento degli standards qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuate visite di efficienza dell'impianto ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato e comunque almeno una ogni sei mesi.

#### **17.2.4.5 Formazione e stoccaggio delle partite**

Le singole partite di prodotto, o lotti, se non impiegabili direttamente, devono essere stoccate a carico dell'Appaltatore sulle aree che verranno poste a disposizione dalla D.L., in modo che risultino ben separate e distinguibili le une dalle altre. Le partite hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 m<sup>3</sup>.

L'accumulazione del materiale può avvenire, per ciascuna partita:

- in cumuli di forma conica o simili, costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti destinati ad evitare la segregazione granulometrica od a favorire la miscelazione degli apporti;
- in cumuli piatti ed estesi, a superficie superiore piana ed orizzontale; in tal caso possono essere sovrapposte partite diverse, purché la base di appoggio della partita sovrastante sia interamente interna, con adeguato margine, alla superficie superiore della partita sottostante;
- con accorgimenti e modalità distributive che consentano di garantire elevati livelli di omogeneità granulometrica e di composizione;
- in volumi predisposti per un sistema di asportazione automaticamente omogeneizzante. Eccezionalmente, una partita può essere costituita dal solo contenuto nel singolo veicolo impiegato per il trasporto.

#### **17.2.4.6 Campionature per impianti ordinari**

Durante l'esecuzione delle campionature devono essere annotate e riportate in apposito verbale di prelevamento tutte le notizie che possono concorrere a fornire utili indicazioni sulla rappresentatività dei prelevamenti stessi, sulla loro ubicazione e sulle condizioni dei materiali. Ciascun campione deve essere tenuto separato dagli altri, chiuso in un contenitore contraddistinto da etichetta chiara ed inalterabile, quindi trasportato, adottando precauzioni idonee ad evitare l'alterazione delle caratteristiche del materiale, la variazione della granulometria, la segregazione e la perdita di materiale fino.

#### **Prelievo dei campioni da cumuli conici o simili**

Quando il materiale sia disposto in cumuli costituiti per caduta del materiale dall'alto senza particolari accorgimenti, il prelievo dei campioni deve essere eseguito come segue:

- se il materiale si presenta sufficientemente uniforme, si preleveranno almeno cinque campioni, del peso minimo di 50 kg, da parti diverse ed a differente quota del cumulo, adottando le accortezze previste

dalla norma UNI EN 932/1:1999 e curando di ottenere la migliore rappresentatività possibile per i differenti tempi di costituzione del cumulo;

- se nello stesso cumulo il materiale presenta evidenti sensibili disuniformità, sia di colore, sia di granulometria, sia per altri caratteri di immediata evidenza, si devono prelevare distinti campioni in corrispondenza alle notate disuniformità, in numero almeno pari alle zone di diverse caratteristiche e, comunque, non inferiori a sei.

#### **Prelievo dei campioni da cumuli piatti ed estesi**

L'accumulazione in strati orizzontali è da preferire in quanto contribuisce a prevenire i fenomeni di segregazione che si verificano nei cumuli conici o piramidali. Il cumulo piatto ed esteso, costituente una singola partita, deve avere altezza massima di 3.00 m.

Individuato approssimativamente il baricentro della superficie superiore del lotto da saggiare, si eseguono i prelievi, in numero non inferiore a quello indicato nella Tabella 3, in punti opportunamente prescelti su una spirale avente origine nel baricentro in modo da evidenziare eventuali disuniformità.

<b>Tabella 3</b>	<b>Campionatura da cumuli piatti</b>		
Volume del cumulo piatto (m <sup>3</sup> )	< 500	500 – 1000	1000 – 3000
Numero minimo di campioni	3	4	5

Ciascun campione, del peso minimo di 50 kg, deve essere rappresentativo del materiale presente in tutto lo spessore del cumulo piatto, per altezze del cumulo inferiori a 3 metri. Per altezze superiori, in ognuno dei punti di prelievo va prelevato un campione ogni 3 metri o frazione.

#### **Prelievo dei campioni da partite omogeneizzate in fase di formazione**

Se le partite vengono disposte in cumuli piatti ed estesi ed omogeneizzate in modo automatico durante la loro formazione, la campionatura può essere effettuata progressivamente e contestualmente alla formazione, purché si adottino sistemi automatici atti a garantire la rappresentatività e la non alterabilità del prelievo. In tale caso il campione globale deve essere suddiviso in parti corrispondenti ad afflussi relativi al massimo a 3 metri di cumulo; ciascuna parte va ridotta, poi, per quartatura al peso minimo di circa 50 kg del campione da sottoporre a prova.

In alternativa possono essere eseguiti prelievi dopo aver terminato la formazione del cumulo, secondo la procedura più idonea tra quelle indicate nei paragrafi precedenti.

#### **Prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto**

Qualora si renda necessario eseguire il prelievo dei campioni dai veicoli impiegati per il trasporto del materiale, si procede, per ciascun veicolo, secondo la procedura e con le cautele indicate dalla norma UNI EN 932-1. I singoli campioni, del peso minimo di circa 50 kg devono essere tenuti separati e sottoposti separatamente a prova.

#### **17.2.4.7 Campionatura per impianti a prodotto ordinario costante**

Un impianto di trattamento dei materiali provenienti da riciclo può essere qualificato a “prodotto costante” se, oltre a quanto sopra descritto per l'impianto di lavorazione, permette di:

- separare automaticamente, anche in più stadi, e convogliare in appositi contenitori le frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere ecc.);

- compensare carenze o eccedenze di frazioni granulometriche, dovute al materiale immesso nel ciclo, mediante la presenza di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente un assortimento granulometrico costante.

L'impianto di trattamento deve essere qualificato. Ai fini del mantenimento degli standard qualitativi dell'impianto stesso, debbono essere effettuati controlli dell'impianto ogni 20.000 m<sup>3</sup> di materiale lavorato e, comunque, almeno una ogni 6 mesi da parte di un Laboratorio accreditato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il numero di prelievi e di prove potrà essere dimezzato, se, per un anno di osservazioni e per un volume sottoposto a test di almeno 4000 m<sup>3</sup> al mese per ciascuna delle dichiarate tipologie di impiego, i risultati delle prove di caratterizzazione hanno evidenziato una costanza di risultati conformi alle specifiche.

Qualora l'impianto sia anche dotato di laboratorio interno, i campioni, sempre dopo un anno di positiva e documentata sperimentazione, possono essere preparati in doppia serie a cura del laboratorio accreditato.

La prima serie sarà sottoposta a prova dal laboratorio interno; della seconda serie il laboratorio accreditato sottoporrà a prova un campione ogni 10 o frazione. Tutti i risultati di ciascuna serie di prove eseguite nel laboratorio interno, completi del verbale di esecuzione del prelievo, possono essere approvati se, prescelto a caso 1 campione su 10, i risultati dei due laboratori non differiscono di più della ripetibilità della singola prova, definita ufficialmente o, in mancanza, determinata nel corso della sperimentazione. In caso di positivo riscontro delle prove nel laboratorio interno, le medesime avranno piena validità per tutto l'anno successivo, mantenendosi la cadenza annuale per i controlli comparativi da parte del laboratorio accreditato.

#### **17.2.4.8 Accettazione**

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle forniture e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle partite che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della partita proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Ad ogni mutazione delle caratteristiche della partita, sia per provenienza dei materiali sia per tecnica di miscelazione, andrà ripetuta la documentazione di qualifica del materiale.

#### **17.2.5 Posa in opera**

Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti.

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre.

Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolare delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali differenti, si formino giunti o superfici di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre

tradizionali per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

#### **17.2.5.1 Controlli prestazionali**

I controlli di compattazione, di portanza e di regolarità dei piani finiti, salvo diverse prescrizioni motivate in sede esecutiva, sono conformi a quelli previsti per le terre naturali. Ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale fornito, si deve verificare che le caratteristiche del prodotto fornito rispettino i requisiti di qualificazione fisico – meccanica riportati nelle tabelle precedenti.

#### **17.2.5.2 Campo prova**

Una prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve essere predisposta dall'Appaltatore quando il volume fornito dei materiali riciclati per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati supera complessivamente il volume di 10.000 m<sup>3</sup> o anche per volumi inferiori di inerti da riciclo il campo prova va predisposto quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difforni dalle specifiche di Tabelle precedenti.

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione Md (CNR 146/92) che dovrà risultare non inferiore a 20 Mpa nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 da N/cm<sup>2</sup>; le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogeneo, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della densità in sito, del contenuto d'acqua nella porzione di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti.

L'onere della sperimentazione ricade completamente sull'Appaltatore, che dovrà mettere a disposizione della D.L. i necessari mezzi di stesa e compattamento meccanico e quant'altro necessario per dare il rilevato finito e testabile.

### **17.3 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEI RILEVATI**

#### **17.3.1 Scotico, bonifica e gradonature**

Per la preparazione del piano di posa dei rilevati l'Impresa dovrà provvedere innanzitutto al taglio delle piante e alla estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc. e al loro sistematico ed immediato allontanamento a discarica.

Sarà di seguito eseguita la totale asportazione del terreno vegetale sottostante l'impronta del rilevato per la profondità stabilita in progetto in accordo con le risultanze delle indagini e secondo le direttive impartite dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa provvederà a far sì che il piano di posa dei rilevati sia il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione Lavori, in quella sede la Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonificare eventuali strati di materiali coesivi, teneri o torbosi, in accordo con il Progettista, o per l'asportazione dei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza da parte dell'Impresa.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza dell'Impresa o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori, l'Impresa eseguirà detti scavi e il relativo riempimento con idonei materiali, a sua cura e spese.

Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dei rilevati e dallo scavo di sbancamento per bonifica sarà reimpiegato secondo quanto previsto nell'elab. E.23.0.

Il quantitativo da reimpiegarsi nella sistemazione a verde delle scarpate e delle aiuole sarà accantonato in località e con modalità precedentemente autorizzate dalla Direzione Lavori; l'accumulo di detti materiali dovrà comunque consentire il regolare deflusso delle acque e dovrà risultare tale che non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà provvedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (tra 1% e 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Quando siano prevedibili cedimenti dei piani di posa dei rilevati eccedenti i 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla Direzione Lavori un programma per l'installazione di piastre assestometriche, caposaldi per rilievi topografici ed eventuali altri strumenti di misura. La posa in opera della strumentazione e dei caposaldi e la rilevazione degli eventuali cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la Direzione Lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

La fornitura dei volumi di rilevato comprende anche le quantità necessarie al raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, calcolate sulla base dei risultati dello studio geotecnico di progetto. Sarà onere dell'Appaltatore provvedere a reintegrare gli ulteriori volumi di rilevato necessari al raggiungimento della quota di progetto.

### **17.3.2 Caratteristiche del piano di posa del rilevato e della pavimentazione autostradale in trincea**

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità)  $M_d$ , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico (diametro della piastra 30 cm.) deve risultare non inferiore a:

- 30 MPa, nell'intervallo compreso tra  $0,05 \div 0,15$  MPa, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m, e comunque per lo strato di rilevato posto a 2,00 m al disotto del piano di appoggio della pavimentazione;
- 50 MPa, nell'intervallo compreso tra  $0,05 \div 0,15$  MPa, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0,50 e 1,00 m e comunque per lo strato di rilevato posto a 1,00 m dal piano di appoggio della pavimentazione.
- 80 MPa, nell'intervallo compreso tra  $0,15 \div 0,25$  da MPa, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m<sup>2</sup>. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

La variazione di detti valori di portanza al variare della quota dovrà risultare lineare.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno ritenersi rappresentative, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto. Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura si procederà, previa specifica autorizzazione della Direzione Lavori, ad un intervento di bonifica con impiego di materiali idonei adeguatamente compattati.

A rullatura eseguita la densità in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della densità massima UNI EN 13286-2:2005, sul piano di posa della fondazione della pavimentazione autostradale in trincea.
- 

### **17.3.3 Strato di transizione (Rilevato - Terreno)**

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in generale allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, verrà eseguita

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di teli di geotessile tessuto o non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

#### **17.3.3.1 Strato granulare anticapillare**

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm (se non diversamente riportato nelle tavole di progetto), deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 20 e 80 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale fornito in opera.

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 932-1:1998. I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

#### **17.3.3.2 Geotessile tessuto**

I geotessili previsti in progetto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Geotessile tessuto flessibile realizzato in polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 55 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 18% in direzione longitudinale e al 15% in direzione trasversale (ISO 10319). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di 10×10<sup>-3</sup> m/s (EN ISO 11058).

Geotessile tessuto realizzato in polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 80 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 20% in direzione longitudinale e al 18% in direzione trasversale (ISO 10319). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di  $6 \times 10^{-3}$  m/s (EN ISO 11058).

Geotessile tessuto con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile dovrà essere realizzato in polivinilalcol (PVA) ad elevato modulo e basso creep nella direzione dell'ordito ed in polipropilene nella direzione della trama. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 250 kN/m nella direzione longitudinale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% (ISO 10319). Il modulo elastico al 5% di allungamento, in direzione longitudinale, dovrà essere non inferiore a 5000 kN/m. In terreni con valori di pH compresi tra 4 e 12, il geotessile non dovrà subire alcuna riduzione della resistenza longitudinale. Tale caratteristica dovrà essere supportata da opportuni certificati di prova. La permeabilità del materiale dovrà essere almeno  $15 \text{ l/m}^2/\text{s}$  (UNI EN ISO 11058:2002). Il geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore.

Geotessile tessuto flessibile con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile sarà realizzato in polivinilalcol (PVA) nella direzione dell'ordito ed in polipropilene nella direzione della trama. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 400 kN/m nella direzione longitudinale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6% (UNI EN ISO 10319:2008). Il modulo elastico al 5% di allungamento, in direzione longitudinale, dovrà essere non inferiore a 8000 kN/m. In terreni con valori di pH compresi tra 4 e 12, il geotessile non dovrà subire alcuna riduzione della resistenza longitudinale. Tale caratteristica dovrà essere supportata da opportuni certificati di prova. La permeabilità del materiale dovrà essere almeno  $10 \text{ l/m}^2/\text{s}$  (UNI EN ISO 11058:2002).

Geotessile tessuto con funzione di strato di rinforzo, separazione e filtrazione dei terreni. Il geotessile sarà realizzato in poliestere ad elevato modulo e basso creep nella direzione dell'ordito ed in poliammide nella direzione della trama. Dovrà essere resistente ai raggi

UV (perdita trascurabile della resistenza dopo un periodo di esposizione minimo di 4 settimane), ai microrganismi e alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 1000 kN/m nella direzione longitudinale e a 100 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 10% ed al 20% rispettivamente (UNI EN ISO 10319:2008). Il geotessile dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 500 kN/m al 6% di allungamento (UNI EN ISO 10319:2008). La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di  $3,0 \times 10^{-3}$  m/s (UNI EN ISO 11058:2002). Le giunzioni potranno essere realizzate mediante sovrapposizioni o cuciture. Non sono ammesse cuciture nella direzione di rinforzo.

Ogni geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

### **17.3.3.3 Geogriglie**

Le geogriglie previste in progetto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Geogriglia flessibile per il rinforzo dei terreni. La geogriglia sarà realizzata in **polipropilene** nella direzione **dell'ordito e nella direzione della trama**, coperte con rivestimento polimerico inerte, resistente ai raggi UV e a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere intrecciate con le fibre trasversali in modo da impedire lo spostamento delle



stesse in corrispondenza dei nodi. La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 20 kN/m nella direzione longitudinale e a 20 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 11% nella direzione longitudinale (ISO 10319). La geogriglia dovrà sviluppare nel senso longitudinale e trasversale una tensione di almeno 7 kN/m al 2 % di allungamento e di 14 kN/m al 5 % di allungamento (UNI EN ISO 10319:2008).

Ogni geogriglia dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere. La geogriglia dovrà essere marcata CE in conformità alla normativa europea. Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma UNI EN ISO 10320:2002.

#### **17.3.4 Prove di controllo sul piano di posa**

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea che in rilevato è messo in relazione alla differenza di quota (S) fra i piani di posa del rilevato e della fondazione della pavimentazione.

	S = 0÷1 m	S = 1÷2 m	S > 2m
prove di carico su piastra - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	3000 m <sup>2</sup>
prove di densità in sito - una ogni	1500 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>	2000 m <sup>2</sup>

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione etc.).

Il controllo dello strato anticapillare sarà effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 10 ogni 1000 m<sup>3</sup>.

Le prove di controllo sono tutte a totale cura e spese dell'Impresa.

### **17.4 STABILIZZAZIONE CON CALCE O CON CALCE E CEMENTO DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA - STABILIZZAZIONE DI LIVELLI INTERNI AI CORPI DEI RILEVATI**

#### **17.4.1 Generalità**

Il trattamento a calce di una terra consiste nella miscelazione intima della stessa con calce ed eventualmente con acqua, in quantità tali da modificare attraverso reazioni chimico-fisiche le sue caratteristiche di lavorabilità e di resistenza meccanica in opera. La risposta al trattamento dipende essenzialmente dalla quantità e natura dei minerali argillosi e della silice amorfa presenti nel materiale, ciascuno caratterizzato da una propria reattività; dipende altresì dalla quantità di calce aggiunta e dalle modalità di lavorazione della miscela. L'effetto calce si esplica nei modi seguenti: aumento della lavorabilità di terre fini plastiche; drastica



riduzione dei rigonfiamenti; notevole incremento delle resistenze all'erosione e al gelo-disgelo; eliminazione della possibile contaminazione dello strato trattato da parte di particelle fini limo-argillose presenti nelle terre naturali sottostanti lo stesso; indurimento lento e graduale dovuto allo svolgersi di reazioni pozzolaniche cementanti.

I precedenti aspetti positivi determinano anche: l'incremento della capacità portante della terra sia a breve sia a lungo termine sotto le azioni cicliche veicolari anche in presenza di acqua; l'aumento del modulo elastico della eventuale base granulare sovrastante lo strato stabilizzato; la sostanziale riduzione delle deflessioni in fase di esercizio del piano viabile o rotabile sovrastante sottofondazioni o fondazioni stabilizzate.

La stessa azione svolta dalla calce su una terra, può essere ottenuta anche con il cemento, potendosi contare sulla presenza della calce libera sviluppata dallo stesso legante.

Rispetto alle situazioni in cui si utilizza il trattamento a calce, in presenza di terreni di minore plasticità e prevalentemente limoso-sabbiosi, è opportuno un trattamento misto, con calce e cemento, oppure con solo cemento

#### **17.4.2 Ambiti di intervento**

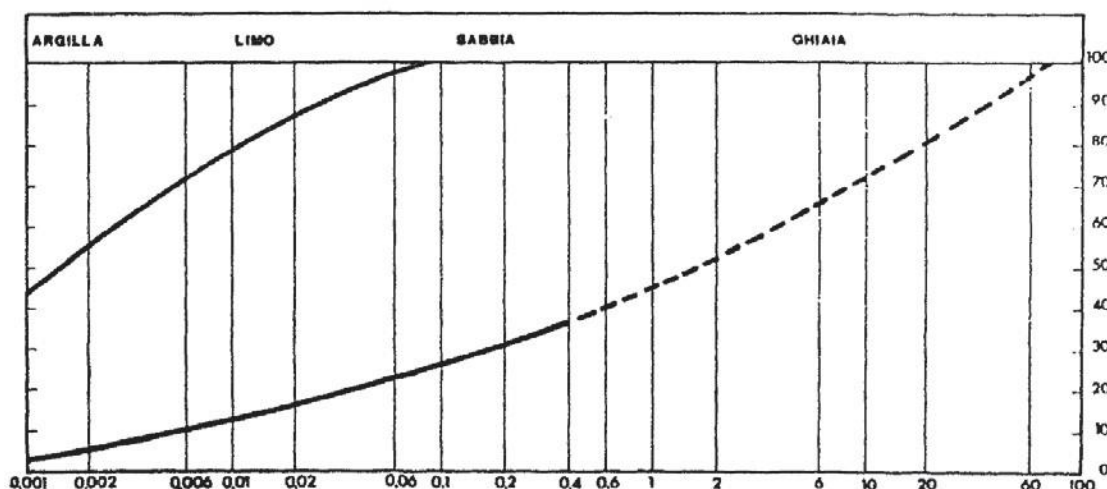
Mediante l'aggiunta di quantità differenziate di calce a una terra e in relazione alla natura e al contenuto idrico di questa, si possono perseguire due scopi complementari:

- la bonifica, per facilitare la lavorabilità della terra trattata (riduzione dell'umidità naturale, aumento del limite plastico, aumento dell'indice di portanza immediata IPI, possibilità di adeguato costipamento);
- la stabilizzazione completa dello strato, per migliorarne le proprietà meccaniche (oltre ai miglioramenti indicati al punto precedente si ha l'avvio di reazioni di indurimento pozzolanico che portano nel tempo a un considerevole aumento della resistenza meccanica del materiale).

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

##### **17.4.3.1 Terre**

Sono idonee al trattamento con calce le terre fini plastiche limoargillose con indice di plasticità superiore a 10 classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003. Possono essere stabilizzate a calce anche ghiaie limo-argillose (tipo A2-6 e A2-7) con una frazione passante al setaccio 0,425 UNI non inferiore al 35%. La curva granulometrica deve rientrare all'interno del fuso riportato nella sottostante figura (B.U. CNR n. 36).



Fuso granulometrico delle terre per la stabilizzazione con calce

Saranno ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso e un valore minore della plasticità a condizione che si dimostri l'idoneità della terra ad essere trattata, attraverso lo studio delle miscele di laboratorio e un campo prova preventivamente approvato dalla Direzione Lavori. In ogni caso non è accettabile, ai fini della stabilizzazione, un valore di IP inferiore a 6.

La terra da stabilizzare dovrà essere libera di vegetazione e di qualsiasi altro materiale estraneo. Ulteriori caratteristiche delle terre sono riportate nel seguito:

Sostanze organiche	<2%
Solfati totali (solfati e solfuri)	<0.25%
Nitrati	<0.1%
Contenuto d'acqua ( $w_n$ )	d1.3 $w_{opt}$ (standard)

Sono idonee al trattamento con cemento terre aventi le seguenti caratteristiche:

- la dimensione massima dei grani non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato costipato, ed in ogni modo non maggiore di 50 mm;
- il passante al setaccio 0.075 UNI 2332 non deve essere maggiore del 50% in peso.
- il limite di liquidità  $w_L$  non deve essere maggiore di 40 e l'indice di plasticità  $I_p$  di 18.

### 17.4.3.2 Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

x calce aerea idrata in polvere sfusa o in sacchi;

x calce aerea viva macinata sfusa o in sacchi.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi nei quali i valori di umidità sono sensibilmente più elevati del valore ottimo per il costipamento. La calce idrata e/o viva confezionata in sacchi verrà utilizzata solo eccezionalmente nei cantieri dove l'intervento complessivo del trattamento interessi una superficie inferiore a 2000 m<sup>2</sup> o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m<sup>3</sup>. Entrambi i tipi dovranno rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939 ed inoltre dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Requisito	Calce viva	Calce idrata
CO <sub>2</sub>	d 5%	-
Titoli in ossidi liberi (CaO MgO)	t 84%	-
Titolo in idrati (CaOH) <sub>2</sub>	-	t 85%
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	d 5%	d 5%
Pezzatura	d 2 mm	-
Passante al setaccio con luce netta da:	200 Pm t 90%	90 Pm t 85%

I requisiti saranno verificati con metodi chimici e fisici di analisi e controllo conformi a norme ufficiali italiane o di Paesi della Comunità Europea, specificati poi nei bollettini di laboratorio.

### **17.4.3.3 Acqua**

L'acqua eventualmente utilizzata per conferire agli impasti terra-calce il tenore di umidità ottima di costipamento e per mantenere questo tenore durante l'eventuale periodo di maturazione degli strati compattati deve essere dolce, limpida, esente da impurità dannose (oli, acidi, alcali, cloruri, solfati, materie organiche) e da qualsiasi altra sostanza nociva alle reazioni terra-calce o tale da alterare la reazione di presa del cemento. La sua provenienza deve essere definita e controllata prima e durante l'utilizzazione affinché sia verificata nel tempo la rispondenza alla Norma UNI 8981/7:1989 secondo quanto disposto dalla norma UNI EN 206-1:2006.

### **17.4.3.4 Cemento**

Può essere impiegato qualsiasi tipo di cemento che risponda ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231 del 16 novembre 1939. Sono peraltro da sconsigliare i cementi ad alta resistenza, poiché la loro rapidità di presa non consentirebbe di eseguire in tempo utile la stesa ed il costipamento della miscela.

### **17.4.4 Studio preliminare**

Scopo dello studio delle miscele è quello di raggiungere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno, con il minimo impiego di calce e tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Per verificare la compatibilità del terreno al trattamento a calce dovranno essere prelevati dei campioni da sottoporre a prove di laboratorio. Sulla base dei risultati ottenuti su questi campioni dovranno essere definite delle fasce di terreno "omogeneo", inteso come terreno che dovrà essere trattato con il medesimo quantitativo di calce.

Nel caso di terreno trattato in situ dovranno essere prelevati campioni da pozzetti esplorativi ogni 2000 m<sup>2</sup> e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare; quando si presume che le caratteristiche del suolo siano più variabili di quanto sopra contemplato, la frequenza di campionamento sarà opportunamente incrementata.

Qualora il terreno da trattare provenga da una cava di prestito, dovrà essere prelevato un campione per ogni quantitativo di terreno omogeneo e comunque almeno 1 ogni 2000 m<sup>3</sup>. Il terreno da prelevare in cava dovrà essere identificato mediante scavi di pozzetti e/o sondaggi di profondità adeguata per individuare l'omogeneità del fronte di scavo.

Prima di dare inizio alle lavorazioni, si dovrà effettuare uno studio di laboratorio per definire la formulazione della miscela attraverso:

- l'identificazione del terreno;
- lo studio delle miscele sperimentali;
- la realizzazione del campo prova;
- la scelta della miscela da utilizzare.

La Direzione Lavori, anche in relazione ai risultati di prova che si otterranno dalle indagini seguenti, potrà richiedere ulteriori campionamenti del suolo e relativi esami.

#### **17.4.4.1 Identificazione del terreno**

Si procederà alla classificazione geotecnica di laboratorio del terreno secondo la Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003 (analisi granulometriche e determinazione dei limiti di Atterberg: limite di liquidità  $W_L$ , limite di plasticità  $W_p$ , indice di plasticità  $I_p$ ), alla determinazione del peso di volume della parte solida ( $J_s$ ) e del contenuto naturale d'acqua ( $W_n$ ).

Sulla base delle prove suddette dovranno essere individuate le superfici e/o i volumi omogenei e rappresentativi dei terreni oggetto dello studio.

Per ogni campione rappresentativo di ciascuna superficie e/o il volume omogeneo dovranno essere determinati:

- contenuto di sostanze organiche;
- capacità stabilizzante della calce, definibile anche come consumo iniziale di calce (di seguito indicato con CIC), ovvero della quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei minerali d'argilla. Il valore CIC, determinato secondo norma ASTM C977-03, deve essere maggiore dell'1,5% come verifica di idoneità.
- contenuto in solfati e solfuri x contenuto in nitrati
- esame diffrattometrico, per accertare la natura dei minerali argillosi con o senza reticoli espandibili;
- esami di microscopia ottica, per l'identificazione di eventuali minerali silicei amorfi reattivi con la calce;
- determinazione del valore di blu di metilene MB; si prescrive un valore MB che sia  $>$  di 20 g/kg, determinato in conformità alla Norma UNI EN 933-9:2000;
- caratteristiche di costipamento mediante prova tipo UNI EN 13286-2:2005, per determinare la densità secca "maximum"  $J_{d,max}$  e il corrispondente contenuto naturale d'acqua "optimum"  $w_{opt}$ ;
- su provini costipati con energia Proctor Modificata e contenuto in acqua prossimo all'optimum, l'indice di portanza immediata (IPI) e l'indice di portanza CBR (California Bearing Ratio), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua; x caratteristiche di rigonfiamento.

#### **17.4.4.2 Studio delle miscele sperimentali**

Le prove di laboratorio su un terreno proposto per il trattamento hanno lo scopo di stabilire, con particolare riguardo all'utilizzo del legante calce, le regole che forniscono il dosaggio della calce di trattamento in funzione dell'IPI e del contenuto d'acqua previsto al momento della messa in opera. La procedura comprende la sperimentazione su più miscele secondo la seguente metodologia:

determinazione del consumo iniziale di calce (CIC) ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce, in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi; a partire dal valore del CIC, dovranno essere preparate diverse miscele terra-acqua-calce aumentando dello 0,5÷1.0% il contenuto di calce. In ogni caso la percentuale iniziale di calce utilizzata nello studio non dovrà essere  $<$  2% (riferito al peso del secco del terreno). Il numero minimo di miscele da esaminare non dovrà essere inferiore a tre.

Per le diverse miscele sperimentali sono poi effettuate le seguenti prove:

- analisi granulometrica continua;
- indice di plasticità ( $I_p$ ) e di consistenza ( $I_c$ ), con contenuti d'acqua  $w_{opt}$  e  $w_{opt} \pm 3\%$ ;
- indice IPI (si ricercherà la minima percentuale di calce che consenta di ottenere un IPI  $>$  10);
- indice CBR, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (con riferimento alla norma UNI EN 13286-47:2006);
- prova di costipazione (UNI EN 13286-2:2005);
- prova di rigonfiamento lineare e volumetrico delle miscele con IPI  $>$  10 (si dovrà verificare, per ciascun provino, un aumento di volume rispetto al provino appena compattato inferiore al 1%);
- prova di compressione semplice (a 7 e 28 giorni);
- prova di taglio diretto (TD) (a 7 e 28 giorni).

#### **17.4.4.3 Realizzazione del campo prova**

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali dovrà essere predisposto un campo prova per verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio e per mettere a punto il metodo di compattazione da utilizzare. Per questo scopo, quando è previsto il trattamento a calce delle terre del piano di posa dei rilevati e per le sedi in trincea, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di larghezza 4 m e di lunghezza utile 30 m. Quando è previsto il trattamento a calce delle terre da impiegare per la realizzazione degli strati del corpo dei rilevati, per ogni zona omogenea di terreno trattato, dovrà essere realizzato un campo prova di dimensioni utili in sommità 4 m × 50 m (escluse le rampe di accesso degli automezzi nel caso dei rilevati).

Il campo prova dovrà essere realizzato secondo quanto riportate nel paragrafo relativo alle modalità di esecuzione e prescrizioni (vedi più avanti). Dovranno essere messi in opera diversi schemi di rullatura, scelti in funzione del terreno da compattare, per verificare ed eventualmente ottimizzare le operazioni di compattazione.

Dovranno essere sperimentate almeno 2 miscele tra quelle ritenute idonee dallo studio di laboratorio e che soddisfino la stabilità globale dell'opera. Il terreno da utilizzare per il campo prova dovrà rispondere ai requisiti determinati con lo studio delle miscele sperimentali e i risultati, opportunamente certificati, dovranno essere riportati in un'apposita relazione da consegnare al Direzione Lavori. Qualora le terre trattate a calce dovessero essere utilizzate per la realizzazione del corpo dei rilevati, il campo prova dovrà essere costituito da almeno 3 strati di terreno trattato, aventi ciascuno uno spessore di 30 cm dopo la compattazione. Inoltre per la realizzazione del campo prova, sia per il piano di posa sia per gli strati del corpo del rilevato dovranno essere effettuate le operazioni che seguono:

- dovrà essere tarata la spanditrice di calce, come indicato al punto relativo allo spandimento della (vedi più avanti), per il controllo del dosaggio;
- prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele;
- dopo la miscelazione dovrà essere di nuovo controllato il valore del contenuto d'acqua;
- la miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati;
- il prodotto finale dovrà essere controllato mediante la determinazione del modulo di deformazione, con piastra da 30 cm (B.U. CNR n.146, 1992), ed il suo andamento nel tempo. Le misure dovranno essere effettuate per ogni strato almeno al tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), a 24h, a 3gg, a 7gg su almeno 5 punti appartenenti ad una porzione di rilevato omogenea sia per la miscela che per le modalità di compattazione. Solo sull'ultimo strato verranno effettuate le misure anche a 30 gg dalla compattazione;
- dovranno inoltre essere misurati i valori del CBR in situ, delle densità in situ e del contenuto d'acqua nelle porzioni di terreno in vicinanza dei punti di misura del modulo su piastra;
- dovrà essere controllato lo spessore dello strato finito.

Il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Appaltatore ed approvato dalla Direzione Lavori.

I risultati ottenuti dovranno confermare quelli dello studio. Qualora i requisiti minimi, previsti al paragrafo relativo ai controlli sul prodotto finale (vedi più avanti), non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra/calce fino ad ottenere i requisiti minimi richiesti; in caso contrario si dovrà scartare il prodotto sperimentato.

#### **17.4.4.4 Scelta della miscela da utilizzare**

La miscela ottimale da utilizzare scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova e, in ogni caso, dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

#### **17.4.5 Modalità di esecuzione e prescrizioni**

La tecnica del trattamento a calce delle terre, consiste nello spandimento della calce sulla superficie di terreno da miscelare mediante l'ausilio di mezzi meccanici, nella eventuale aggiunta di acqua fino al raggiungimento del valore ottimale, nella miscelazione, compattazione e finitura degli strati.

Il trattamento a calce del terreno non dovrà essere effettuato in caso di pioggia, di temperature inferiori a 5°C, in presenza di vento forte, che sollevi la calce stesa, e nel caso in cui ci sia presenza di acqua o venute di acqua sul piano dove viene steso il terreno da trattare. Nel caso il terreno sia saturo fino al piano di campagna, prima di procedere al trattamento con calce del piano di posa del rilevato, si dovrà obbligatoriamente provvedere ad abbassare il livello d'acqua e a mantenerlo tale per un tempo, approvato dalla Direzione Lavori, sufficiente a non inficiare l'esito del trattamento.

##### **17.4.5.1 Macchinari**

La scarificazione, la polverizzazione e la miscelazione della terra con la calce e l'acqua dovranno essere fatte con idonei macchinari atti a lavorare uniformemente il materiale (es. Pulvimixer).

La potenza delle macchine dovrà essere adeguata agli spessori degli strati da trattare e compatibile con la produzione giornaliera prevista.

I motolivellatori dovranno essere semoventi, preferibilmente con ruote gommate lisce e tali da non lasciare impronte marcate sulla superficie lavorata.

Gli spargitori di calce, se usati, dovranno assicurare una precisione di dosaggio secondo quanto ammesso dalla Direzione Lavori.

Le attrezzature costipanti (rulli a piastre, rulli lisci, rulli gommati) dovranno dare garanzie del raggiungimento dei valori di densità in sito stabiliti di seguito al punto relativo i controlli. I distributori d'acqua dovranno essere forniti di valvole a rapido disinnesto per la sospensione dell'erogazione e dovranno garantire una distribuzione uniforme e controllabile.

Tutti i macchinari dovranno essere sempre mantenuti efficienti e dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori; sarà facoltà della stessa richiedere la sostituzione di attrezzature che non siano ritenute idonee.

##### **17.4.5.2 Approvvigionamento e stoccaggio della calce**

La calce dovrà essere consegnata con autobotti dotate di scarico pneumatico e stoccata in appositi sili dotati di filtro per la captazione della polvere all'atto del loro caricamento.

Per la calce sfusa lo stoccaggio dovrà avvenire almeno in 2 sili distinti, ciascuno di capacità corrispondente ad una giornata di lavoro. Il tempo di stoccaggio in cantiere non dovrà superare i 5 giorni.

La calce in sacchi dovrà essere conservata al coperto, al riparo di umidità, pioggia e ristagni d'acqua, su idonee pedane che la separino dal terreno o su superfici asciutte (cls o asfalto).

##### **17.4.5.3 Fasi esecutive**

Il trattamento a calce del terreno prevede le seguenti fasi:

1. lo scotico del terreno;
2. la preparazione del terreno da trattare;
3. lo spandimento della calce;
4. la miscelazione
5. la compattazione e finitura degli strati.

***Lo scotico del terreno***

La realizzazione del piano di posa dovrà essere preceduta dall'esecuzione dello scavo, di larghezza pari all'ingombro del rilevato o della sede in trincea, per l'asportazione del primo strato di terreno vegetale e comunque per uno spessore non inferiore a 40 cm.

***Preparazione del terreno***

Consiste nella frantumazione e nello sminuzzamento del terreno da utilizzare, al fine di dissodarlo e predisporlo al trattamento e togliere gli elementi lapidei di dimensioni eccessive. Qualora il terreno da trattare sia troppo secco, dovrà essere umidificato aggiungendo un'opportuna quantità di acqua. La quantità d'acqua utilizzata dovrà essere controllata da opportuni dispositivi. Affinché l'umidificazione interessi in modo omogeneo tutto lo strato di terreno da trattare, tale operazione dovrà essere effettuata prima di ultimare la frantumazione del terreno.

Al termine di tale operazione dovrà essere misurato, in più siti e a diverse profondità, il contenuto d'acqua del terreno.

***Spandimento della calce***

Il quantitativo di calce da utilizzare non dovrà essere inferiore a quello ottimale risultante dallo studio delle miscele sperimentali e dei risultati del campo prova, comunque dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

***Spandimento di calce sfusa***

La stesa della calce dovrà essere effettuata mediante uno spanditore a dosaggio volumetrico regolato in funzione della velocità di avanzamento e dotato di un dispositivo ponderale che regoli il dosatore volumetrico con una certa rapidità e precisione. E' preferibile l'utilizzo di spanditori a dosaggio volumetrico che producano un diagramma dello spandimento.

Essi dovranno essere dotati di attrezzature che evitino la dispersione della calce. Pertanto tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande.

Lo spandimento della calce dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere utilizzata nella stessa giornata lavorativa.

L'Appaltatore dovrà eseguire, in caso di spandimento di calce sfusa, all'inizio della giornata lavorativa, la taratura delle macchine spanditrici; questa verrà effettuata facendo transitare la macchina sopra una superficie sulla quale sono posati teli (o contenitori) di dimensioni note e pesando la quantità di calce che viene raccolta da ciascun telo (o contenitore) al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina rispetto al dosaggio prescritto per uno spandimento omogeneo in senso longitudinale e trasversale.

***Spandimento di calce in sacchi***

Nel caso di utilizzo di calce in sacchi, questi devono essere posizionati lungo il tracciato secondo un reticolo regolare, con passo facilmente calcolabile.

I sacchi posizionati sul suolo sono tagliati a metà con un coltello e svuotati formando tanti piccoli mucchi; i sacchi vuoti devono essere allontanati.

La calce è poi livellata manualmente con rastrelli o per mezzo di attrezzi dotati di dischi a dente o a punte trainati da trattori o autocarri; generalmente due passaggi sono necessari per un'uniforme distribuzione.

Lo spandimento della calce dovrà interessare la sola superficie lavorata nel giorno stesso.

***Miscelazione della calce con il terreno***

La miscelazione calce-terreno dovrà essere realizzata con una serie di passate di idoneo macchinario (es. Pulvimixer), fino a quando tutte le zolle siano state ridotte a dimensioni tali per cui la componente limo-

argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm e almeno per il 60% al setaccio ASTM E 11 da 4 mesh (con luce netta di maglia da 4,75 mm).

È importante che la potenza della macchina miscelatrice sia scelta proporzionalmente allo spessore dello strato da trattare e alla produzione giornaliera desiderata.

Le modalità di miscelazione dovranno determinare il numero minimo di passaggi effettuati ad una determinata velocità di avanzamento che permetta di raggiungere una distribuzione uniforme della calce.

Quando necessario, durante o dopo la miscelazione si irrorerà la terra trattata con acqua fino a farle raggiungere il tenore ottimale per la successiva compattazione.

Terminata la miscelazione, scavando un pozzetto a tutto spessore ogni 2000 m<sup>2</sup> di superficie lavorata si controllerà:

- l'omogeneità della miscela, osservando il suo colore che dovrà apparire uniforme sia nello stato tal quale sia dopo spruzzaggio di soluzione alcolica di fenolftaleina all'1% che impartirà colorazione rossastra;
- con metodo celere, l'umidità di un campione della miscela estratta;
- l'effettiva profondità di lavoro della macchina miscelatrice (che ha operato sul suolo naturale) misurata rispetto a riferimenti esterni precedentemente predisposti.

Al termine dei controlli precedenti, qualora la superficie dello strato si mostri irregolare, per un'ottimizzazione della successiva compattazione, si procederà a un livellamento con grader o altra macchina adatta allo scopo.

### ***Compattazione e finitura***

Lo strato di terra trattata deve essere compattato senza ritardi dopo la miscelazione, successivamente comunque al completamento della reazione esotermica di spegnimento nel caso di utilizzo della calce viva, e dopo la verifica che il tenore di umidità sia prossimo all'ottimo.

Il completo spegnimento della calce viva richiede un tempo variabile in funzione della temperatura e dell'umidità del suolo; normalmente, con temperatura del suolo non troppo bassa, 2 o 3 ore di maturazione della miscela sono sufficienti allo scopo.

Nella costruzione di rilevati multistrato è molto importante procedere a fronte chiuso, completando in giornata le operazioni di miscelazione e compattazione e sovrapponendo la terra da trattare il giorno successivo; con ciò si minimizza la possibile reazione di carbonatazione e si attua una protezione adeguata degli strati in maturazione.

Lo strato di terreno, dopo la compattazione, non dovrà avere uno spessore superiore a 30 cm. Per spessori superiori a 30 cm il trattamento del terreno dovrà essere effettuato su più strati.

Nel tratto sperimentale di prova, si devono predisporre diversi schemi di rullatura con rullo a piastre, seguito da rullo metallico liscio e/o rullo gommato, effettuando un campo prova per determinare la combinazione ottimale e più economica di mezzi, passate e velocità di avanzamento, per il conseguimento del grado di addensamento prescritto.

La finitura superficiale degli strati dovrà avvenire con l'impiego di macchine livellatrici e non con l'apporto di nuovo materiale.

### ***Maturazione dopo la rullatura***

Poiché la resistenza e la stabilità dimensionale di una terra stabilizzata dipende anche da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale, durante il quale l'umidità ottima di compattazione deve restare il più possibile costante, immediatamente dopo il completamento dell'ultimo strato costipato e sagomato si stenderà o uno strato di 3÷4 cm di sabbia bagnata (da asportare alla fine del periodo di maturazione) o di emulsione bituminosa a lenta rottura del tipo EL 55 con un dosaggio minimo di 1.5 kg/m<sup>2</sup> o un velo protettivo di bitume liquido BL 350-700 in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup>. La durata del periodo di maturazione, solitamente fino a sette giorni, sarà indicata dalla Direzione Lavori, anche in relazione alle esigenze di cantiere e al tipo di traffico previsto transitare sullo strato finito.



### ***Posa in opera di miscele preparate in centrale***

Rispetto alla miscelazione in sito, le operazioni variano per le modalità di stesa della miscela che sarà eseguita con finitrice o livellatrice, o altro sistema accettato e approvato espressamente dalla Direzione Lavori per lo spessore richiesto dal progetto.

Per quanto riguarda l'asportazione preliminare dello strato di terra vegetale, le caratteristiche granulometriche della miscela e le operazioni successive alla stesa di questa valgono le disposizioni indicate per le lavorazioni in sito.

Le terre miscelate dovranno essere trasportate nel luogo dell'impiego immediatamente dopo la miscelazione, in contenitori coperti per evitare eccessivi essiccamenti o per essere protetti da eventuali piogge. La messa in opera del materiale miscelato dovrà avvenire immediatamente dopo la miscelazione e comunque non oltre i 30 minuti successivi. La quantità di terreno da trattare a calce non dovrà essere superiore a quella che potrà essere impiegata nella giornata stessa.

### ***Giunti di lavoro***

Nei giunti di lavoro trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nella quali il contenuto di calce, lo spessore e la compattazione risultino insufficienti.

I tagli dovranno essere effettuati opportunamente al mattino seguente, nello strato indurito, in modo da presentare una superficie verticale, per evitare corrispondentemente possibili fessurazioni successive.

Nella posa in opera di miscele preparate in centrale si può inserire una tavola da rimuovere il giorno seguente. Ogni tronco di lavoro dovrà eseguirsi per la sua intera larghezza in un solo tempo, per avere giunti di lavoro longitudinali sempre chiusi; in caso contrario potrebbero successivamente prodursi fessure longitudinali nel manto bituminoso.

## **17.4.6 Controlli**

In fase esecutiva l'Impresa dovrà predisporre un accurato programma dei lavori, che consenta alla Direzione Lavori di definire un programma di prove di controllo giornaliero degli strati lavorati.

L'Appaltatore dovrà predisporre, prima dell'inizio dei lavori un accurato programma temporale delle attività e il piano delle prove e delle verifiche da eseguire sia in corso lavori sia finali. I controlli e le prove da effettuare in corso d'opera dovranno essere riportate in un apposito Piano di Controllo Qualità (PCQ), che dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione Lavori.

### ***17.4.6.1 6.3.6.1 Controlli in corso d'opera dei materiali***

#### ***Calce***

La calce dovrà provenire da fornitori qualificati ed approvati dalla Direzione Lavori. Le caratteristiche della calce, riportate nel paragrafo dei materiali precedente, dovranno essere certificate dal produttore ogni 1200 kg di prodotto consegnato.

Inoltre la granulometria, la reattività all'acqua, il contenuto d'acqua, il contenuto in CO<sub>2</sub> combinata e il titolo in idrati totali per la calce idrata, dovranno essere eseguite in cantiere con la frequenza giornaliera.

#### ***Terre e miscele***

Sul terreno da trattare dovrà essere prelevato 1 campione ogni 10000 m<sup>2</sup>; per ciascun campione prelevato si dovrà verificare che i valori ottenuti siano congruenti con quelli dello studio e che rispettino i limiti indicati precedentemente nel paragrafo dei materiali.

Dovrà essere prelevato un campione ogni 10000 m<sup>2</sup> di superficie compattata, e comunque per ogni tratto di miscela omogenea postata, che sarà costipato con energia Proctor Modificata e sul quale si misurerà l'indice

di portanza CBR, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua. I risultati delle prove dovranno essere riportati in una relazione tecnica, che attesti l'idoneità del terreno al trattamento.

La relazione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

### **Umidità del terreno**

Per ogni giorno di lavorazione e per ogni tratto omogeneo di terreno da utilizzare l'Appaltatore è tenuto a rilevare, prima della miscelazione con la calce, il contenuto d'acqua del terreno da trattare al momento della posa e della compattazione, in entrambi i casi con una frequenza di 1 misura ogni 1000 m<sup>2</sup> di terreno steso. L'Appaltatore è tenuto ad adottare gli eventuali accorgimenti affinché sia verificata la corrispondenza tra la miscela di progetto ed il contenuto d'acqua.

### **Fasi operative**

Il controllo della taratura della spanditrice dovrà essere effettuato per ogni variazione di percentuale di calce da utilizzare e ad ogni inizio di lavorazione. Durante la lavorazione dovranno comunque essere effettuate le verifiche sulla qualità e omogeneità dello spandimento della calce almeno ogni 2000 m<sup>2</sup> di terreno trattato secondo le modalità indicate in precedenza.

Nel caso di utilizzo di spanditrici che producano un diagramma dello spandimento, il controllo dovrà essere effettuato solo durante la fase di taratura della macchina.

Dopo la fase di miscelazione dovrà essere verificato che la componente limo-argillosa passi interamente al setaccio da 25 mm. Il controllo dovrà essere effettuato con una frequenza di 1/2000 m<sup>2</sup>.

### **17.4.6.2 Controlli sul prodotto finale**

Ogni 2000 m<sup>2</sup> di terreno trattato e comunque per ogni tratto di miscela omogenea posata, dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

prova di carico su piastra, con piastra da 30 cm (B.U. CNR n.146, 1992), con misura del modulo di deformazione ( $M_d$ ) che dovrà essere non inferiore a:

30 MPa	nell'intervallo di carico 0,05÷0,15 MPa per il piano di posa dei rilevati quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,0 e 2,0 m, e comunque per lo strato di rilevato posto a 2,0 m al disotto del piano di appoggio della pavimentazione
50 MPa	nell'intervallo compreso tra 0,05÷0,15 MPa, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0,5 e 1,0 m e comunque per lo strato di rilevato posto a 1,0 m dal piano di appoggio della pavimentazione
80 MPa	nell'intervallo 0,15÷0,25 MPa per i rilevati in corrispondenza del bordo inferiore della fondazione della pavimentazione nonché per i piani di posa in trincea
15 MPa	nell'intervallo di carico 0,05÷0,15 MPa per strati di bonifica, dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.

Da definire	con l'Ente gestore per strade destinate a terzi
-------------	---

grado di costipamento (densità secca) ottenuto dovrà essere determinato secondo norma CNR – B.U. 69 e dovrà risultare non inferiore a:

95%	per il piano di posa dei rilevati
98%	per i rilevati e per i piani di posa in trincea.
90%	per le dune, colline artificiali, ritombamenti, sistemazioni ambientali, etc.
Da definire	con l'Ente gestore per strade destinate a terzi

spessore dello strato finito:

30 cm	massimo spessore risultante dopo compattazione
-------	--

densità relativa:

densità relativa	a compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione UNI EN 132862:2005 Modificato., salvo l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%
------------------	--

## **17.5 FORMAZIONE DEL RILEVATO**

### **17.5.1 Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alla Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003.

#### **17.5.1.1 Rilevati autostradali**

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o alternativamente terreni trattati a calce e/o a cemento con i criteri di cui al precedente paragrafo o materiali provenienti da impianti di riciclaggio con i limiti di cui ai precedenti punti, fatta eccezione per l'ultimo strato di 30 cm. ove dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A1-a e A3, e non saranno ammesse rocce frantumate con pezzature grossolane, di diametro superiore ai 15 cm.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nel restante rilevato se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime e non eccedenti i 30 cm.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una densità pari o superiore al 90% della densità massima individuata dalle prove di compattazione UNI EN 13286-2:2005 Mod. salvo per l'ultimo strato di 30 cm. costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione che dovrà presentare una densità pari o superiore al 95%.

### ***17.5.1.2 Rilevati di precarico e riempimenti***

Per la realizzazione di rilevati di precarico verranno impiegati i medesimi materiali destinati alla realizzazione dei rilevati, con le medesime tecniche di posa, al fine di poter contare, nel riporto in quota, su di un corpo in rilevato già correttamente realizzato.

I materiali provenienti da scavi, su autorizzazione della Direzione Lavori, potranno essere eventualmente impiegati per le quote parti di rilevato che verrà realizzato con funzione provvisoria.

Nel caso di riempimenti e/o risagomature verranno impiegati, su autorizzazione della Direzione Lavori, in via prioritaria materiali provenienti dagli scavi del cantiere, inutilizzabili per altri fini.

A seconda dei casi, i materiali a riempimento potranno essere compattati e sagomati o solo sagomati superficialmente.

Il materiale dovrà essere steso in strati regolari di spessore prestabilito e le modalità di posa dovranno essere atte a conseguire una densità uniforme, controllata con sistematicità, e tali da garantire l'opera da instabilità volumetrica e dalle erosioni.

### ***17.5.2 Costruzione del rilevato***

#### ***17.5.2.1 Stesa dei materiali***

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e nel contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%.

In presenza di paramenti di rilevati in terra armata o di muri di sostegno in genere la pendenza sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e delle finalità del rilevato.

Comunque tale spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 40 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra armata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre stabilizzate a calce e/o cemento, o con materiali provenienti da impianti di recupero.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra armata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno, ponendo la massima cura al controllo delle deformazioni del paramento medesimo.

### **17.5.2.2 Compattazione**

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $w \approx 1,5\%$  circa) a quello ottimo determinato mediante la prova UNI EN 13286-2:2005 mod.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aereazione, se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; nelle fasi iniziali del lavoro l'Impresa dovrà adeguare le proprie modalità esecutive in funzione delle terre da impiegarsi e dei mezzi disponibili.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme: a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma. In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m. dai parametri della terra armata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di ordinare, a ridosso delle murature dei manufatti, la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. Il cemento potrà essere del tipo I, II, III, IV 32.5N o 32.5R in ragione di  $25 \div 50 \text{ kg/m}^3$  di materiale compattato. La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della densità max UNI EN 13286-2:2005 mod. procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse autostradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a  $2,00 \text{ m} + \frac{3}{2} h$  e l'altezza  $h$  coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo. Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

### **17.5.2.3 Condizioni climatiche**

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale fatte salve particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre

ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei carrelli pigiatori gommati che consentano di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

#### **17.5.2.4 Rilevati di prova**

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà, a sua cura e spese, alla esecuzione dei rilevati di prova, e alle relative prove di controllo.

In particolare si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali a pezzatura grossolana (pietrami), di materiali coesivi ed a comportamento instabile, di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di verificare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati. L'ubicazione del campo prova, le modalità esecutive del rilevato di prova e delle relative prove di controllo saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione Lavori; a titolo indicativo si adotteranno le seguenti prescrizioni:

- l'area prescelta per la prova dovrà essere perfettamente livellata, compattata e preferibilmente tale da presentare caratteristiche di deformabilità prossime a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza del rilevato dovrà risultare almeno pari a tre volte la larghezza del rullo: i materiali saranno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale) e si provvederà a compattarli con regolarità ed uniformità simulando durante tutte le fasi di lavoro quelle modalità esecutive che poi saranno osservate nel corso dei lavori.

In generale per ciascun tipo di materiale e per ciascun tipo di modalità esecutiva si provvederà a mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ogni strato si provvederà ad eseguire le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio dopo 4, 6, 8 passate).

Le prove di controllo da adottarsi saranno principalmente finalizzate ad individuare nel dettaglio le caratteristiche di densità, di deformabilità e i contenuti d'acqua delle terre. In taluni casi si potrà ricorrere: a prove speciali (ad esempio la prova di carico su piastra previa saturazione, prove dinamiche non distruttive ecc.) e al prelievo di campioni indisturbati da destinarsi alle prove di laboratorio ponendo particolare attenzione a quei materiali considerati instabili o presunti tali, quali le rocce tenere.

Limitatamente ai materiali a granulometria grossolana, risultando le prove abituali non rappresentative, l'addensamento sarà controllato mediante successive livellazioni del piano di rullatura e la misura della densità in sito sarà fatta prelevando il materiale da un pozzetto che dovrà essere rivestito da apposito telo impermeabile e successivamente riempito d'acqua.

L'Impresa sarà tenuta a documentare in apposita relazione tutte le fasi di lavoro, i mezzi e le procedure impiegate nonché gli esiti delle prove di controllo.

L'approvazione dei materiali nonché delle modalità esecutive spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

#### **17.5.2.5 Prove di controllo ed autorizzazioni**

Prima che venga messo in opera uno strato successivo ogni strato di rilevato dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La procedura delle prove di seguito specificata deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Impresa dovrà eseguire le prove di controllo in contraddittorio con la Direzione Lavori nei punti indicati dalla Direzione Lavori stessa. Tali prove potranno essere eseguite oltre che nel laboratorio dell'Impresa anche da un laboratorio esterno.

E' comunque richiesto che fra le prove indicate almeno una su dieci sia eseguita da un Laboratorio ufficiale.

Il personale addetto dovrà comunque essere di provata esperienza ed affidabilità; il numero dei tecnici nonché quello delle attrezzature effettivamente disponibili dovrà essere tale da poter esperire le prove in sito e in laboratorio con tempestività, continuità e con le frequenze previste.

Le prove di laboratorio dovranno comunque essere eseguite in una sede attrezzata adeguatamente e capiente che sia distaccata presso gli uffici di cantiere dell'Impresa o comunque tale da risultare accessibile alla Direzione Lavori.

Prima di iniziare i lavori l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori l'elenco del personale, delle attrezzature di prova nonché i certificati di calibrazione e taratura delle apparecchiature; durante i lavori l'esito delle prove dovrà essere trascritto tempestivamente su appositi moduli.

La serie di prove sui primi 5000 m<sup>3</sup> verrà effettuata una volta tanto a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

In caso contrario la Direzione Lavori potrà prescrivere la ripartizione della serie.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tutti gli oneri conseguenti alla effettuazione e certificazione delle prove di cui al presente articolo, nei limiti sopra indicati, devono intendersi a totale carico dell'Impresa.

#### Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m<sup>3</sup>)

Tipo di prova	Rilevati autostradali				Terre Rinforzate ed Armate		Rilevati di precarico Riempimenti, Banche	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato cm 30					
	primi 5000 m³	succes- sivi m³	primi 5000 m³	succes- sivi m³	primi 5000 m³	succes- sivi m³	primi 5000 m³	succes- sivi m³
assificazione Classificazione H.R.B. AASHTO M 145-2003	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Costipamento UNI EN 13286- 2:2005 mod.	500	10000	500	2500	500	5000	5000	20000
Densità in sito CNR 22/1976	250	5000	250	1000	250	1000	1000	1000
Carico su piastra CNR 146/1992	*	*	500	2000	1000	5000	-	-
Controllo umidità UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005	**	**	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000	*	*
PH	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfati e cloruri	*	*	*	*	500	5000	*	*
Solfuri	*	*	*	*	500	5000	*	*

\* Su prescrizioni della Direzione Lavori;  
Frequenti e rapportate alle condizioni metereologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato.





## **18 COLLAUDO FINALE DELLE OPERE**

A fine lavori si procederà al Collaudo Ufficiale delle opere eseguite, con le modalità previste dai documenti contrattuali e, dove non definite, secondo le indicazioni del Collaudatore che sarà nominato dal Committente, in collaborazione con la D.L.

Ai fini dell'accettazione finale tutte le opere devono essere rispondenti a quanto prescritto nei documenti di progetto (disegni, specifiche, ecc.), alle indicazioni riportate nelle relazioni di calcolo e negli elaborati grafici allegati alla denuncia delle opere, in ottemperanza alla Legge 1086/71.

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

Il collaudo statico dell'opera e le relative prove di carico devono rispondere alle prescrizioni di cui alla Legge 1086/71 e del D.M. 17.01.2018.

Nelle prove di carico, se richiesto dalla D.L. e/o dal Collaudatore, devono essere impiegate apparecchiature per il rilievo, oltre che degli spostamenti, anche delle deformazioni (estensimetri elettrici o meccanici ed elettromeccanici).

Durante il collaudo verrà verificata la rispondenza delle opere, a quanto richiesto nei disegni esecutivi, sia per quanto riguarda le sagome sia per l'esattezza delle misure richieste, nel rispetto delle tolleranze riportate nelle presenti specifiche tecniche. Nel caso in cui le opere non rispettino le caratteristiche richieste, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare, a sua cura e spese, le riparazioni e le correzioni necessarie all'eliminazione dei difetti riscontrati.

L'Appaltatore deve consentire alla D.L. e al Collaudatore il libero accesso in qualsiasi luogo che abbiano attinenza con la fornitura e deve prestare, a sua cura e spese, tutta l'assistenza richiesta.

Se richiesto dalla D.L., oltre che mediante prove di rottura dei campioni, la valutazione delle caratteristiche dei materiali potrà essere eseguita anche con metodi non distruttivi (ultrasuoni, radiografie, ecc.), sia in corso d'opera che in fase di collaudo finale.