

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco

Via Roma, 2
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit
RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CSA studio

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
www.csastudio.it

MANDANTI

P11 COMMESSA24 Strada BuccinascoLavoro00_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_gvgENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA24 Strada BuccinascoLavoro00_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_gvgENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DZC.170	0	COMPUTI E STIME COMPUTO METRICO

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]
1C.03.150.0010.g	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Micropali Ø300 mm cls C32/40		672			
1C.03.150.0030	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Micropali armatura: tubolare metallico S355 dim. Ø 193.7 mm sp. 20 mm		672		7,33	57544
1C.04.030.0070.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Travi di coronamento dei micropali - CLS C32/40				17,89	
1C.04.450.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Travi di coronamento dei micropali - armatura - Incidenza = 163 Kg/m³					2916
1C.04.030.0070.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Soletta di copertura manufatto idraulico esistente - CLS C32/40				42,89	
1C.04.450.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Soletta di copertura manufatto idraulico esistente - Armatura per C.A. Acciaio B450C, incidenza 163 Kg/m³					6991
1C.13.250.0020.a, 1C.1	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Impermeabilizzazioni	Impermeabilizzazione del manufatto di protezione idraulica esistente costituito da membrana bituminosa			147,61		
1C.02.050.0010.c	manuf. Prot. Roggia	Mov. Terra	Scavo	Scavo per manufatto di protezione idraulica (escluso da sez stradali)				49,20	
1C.04.400.0010.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Casseformi	per CA - per solette orizzontali			21,89		
1C.04.400.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Casseformi	per CA - per fondazioni, plinti, travi rovesce, platee (per travi di coronamento)			46,39		
1C.02.050.0010.c	Opere stradali	Mov. Terra	Scavo	SCAVO				1090,85	
1C.02.050.0020.b	Opere stradali	Mov. Terra	Scavo	SCOTICO				1506,93	
1C.02.400.0010	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	RIEMPIMENTO SCOTICO				1506,93	
1C.02.400.0010	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	RILEVATO				2593,76	
1U.04.110.0090.b	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	VEGETALE				488,81	
1U.04.110.0150	Opere stradali	Pavimentazioni		FONDAZ. MISTO GRAN.				821,38	
1U.04.120.0010.d	Opere stradali	Pavimentazioni		BASE			5201,47		
				BINDER: Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso costituito da inerti graniglie e pietrischi, Dmax 16 mm, resistenza alla frammentazione LA ≤ 25 , compreso fino ad un massimo di 30% di fresato rigenerato con attivanti chimici funzionali (ri					
1U.04.120.0200.a	Opere stradali	Pavimentazioni		(ri			5013,67		
1U.04.120.0200.c	Opere stradali	Pavimentazioni		BINDER: sovrapprezzo per ogni cm in più rispetto ai 5 cm (1 cm)			5013,67		
1U.04.120.0300.d	Opere stradali	Pavimentazioni		USURA			5032,60		
1U.04.130.0010	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI BINDER			1439,67		
1U.04.130.0030	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI BASE			1447,40		
1U.04.130.0020.a	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI FONDAZ.			1437,20		
MU.04.145.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		CORDOLI IN CLS DX		1376		38,04	
MU.04.145.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		CORDOLO IN CLS SX		1376		61,78	
1U.04.150.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		scivolo a trapezio per raccordo altimetrico di accesso pedonale	4				
1C.12.020.0020.m	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 450 in PEAD con rinfiacco in misto cementato		85			
1C.12.020.0020.q	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 710 in PEAD con rinfiacco in misto cementato		157			
1C.12.020.0020.p	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 630 in PEAD con rinfiacco in misto cementato		113			
1C.02.100.0010.a	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 450				61,05	
1C.02.100.0010.a	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 630				141,69	

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 710				248,29	
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Ripporto	Letto di posa in sabbia DN 450				5,74	
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Ripporto	Letto di posa in sabbia DN 630				16,02	
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Ripporto	Letto di posa in sabbia DN 710				33,44	
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfianco in misto cementato per tubi DN 450				52,43	
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfianco in misto cementato per tubi DN 630				118,55	
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfianco in misto cementato per tubi DN 710				200,51	
1U.04.170.0010.a	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124 classe D400 - telaio 85 x 85 cm griglia Ø60	11				
1C.12.620.0140.b	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Pozzetto a "T" DN 630 comprensivo di tubo corrugato di raccordo al chiusino e soletta in CA.	11				
prezz. Zanetti	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Bocche di lupo (2 ogni 15 m)	46				
1C.12.020.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	2 Tubi Ø180 mm in PEAD di raccordo tra bocca di lupo e collettore principale (L media = 2 m)		92			
1C.02.350.0010.c	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Ripporto	Trincea drenante tratto 1- materiale granulare				2362,50	
1C.02.350.0010.c	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Ripporto	Trincea drenante tratto 2 - materiale granulare				762,50	
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	Trincea drenante tratto 1				2362,50	
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	Trincea drenante tratto 2				762,50	
MC.13.300.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni		Geotessuto per trincea drenante tratto 1			3640,00		
MC.13.300.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni		Geotessuto per trincea drenante tratto 2			1110,00		
1C.12.100.0040.b	Opere Idrauliche	Tubazioni		Tubo DN 200mm microfessurato per trincea drenante		450			
1U.05.100.0010	Opere stradali	Segnaletica	orizzontale	Segnaletica orizzontale, eseguita con pittura spartitraffico fornita dall'impresa, del tipo premiscelata, rifrangente, antisdrucciolevole, nei colori previsti dal Regolamento d'attuazione del Codice della Strada, compreso ogni onere per attrezzature - (strisce carreggiate)			362,25		
1U.05.100.0010	Opere stradali	Segnaletica	orizzontale	segnaletica orizzontale (segnali stop, frecce, isole, zebraature e parcheggi) -[misure lorde vuoto per pieno]			212,58		
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello triangolare (dare precedenza)in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprenso di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	2				
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello di forma circolare Ø90 cm in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprenso di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	3				
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello di forma rettangolare (indicazione para parcheggio) in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprenso di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	2				
1U.05.220.0020.b	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Fornitura e posa in opera di pali in acciaio zincato completi di tappo in resina, compresa la formazione dello scavo di fondazione, la fornitura ed il getto di calcestruzzo, la posa del palo, il ripristino della zona interessata alla posa, la pulizia - diametro 60 mm	7				

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]
1C.02.550.0010	Indagini	Bonifica Bellica		Taglio preliminare di vegetazione su aree da sottoporre a bonifica bellica, l'attività deve essere eseguita in maniera preventiva, allo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da bonificare che sia di intralcio ad un corretto impiego degli apparati di ricerca			2926,00		
1C.02.550.0020	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica superficiale consistente nelle attività di ricerca, localizzazione e scoprimento di tutti gli ordigni, mine e residuati bellici di ogni genere e tipo nonché di tutte le masse metalliche presenti nel terreno fino a cm. 100 di profondità			4310,00		
1C.02.550.0030.a	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica di profondità mediante trivellazione svolta per ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica: - fino alla profondità di ml. 3,00 dal piano di campagna			724,00		
1C.02.550.0030.b	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica di profondità mediante trivellazione svolta per ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica: - fino alla profondità di ml. 5,00 dal piano di campagna			1341,00		
prezzario regione Vene	Indagini	Bonifica Bellica		Localizzazione e bonifica delle aree mediante ricerca profonda di eventuali ordigni esplosivi, eseguita da tecnici specializzati fino ad una profondità prescritta dal Reparto Infrastrutture dell'Esercito Italiano di competenza, mediante trivellazione da eseguirsi al centro di quadrati di lato non superiore di ml 2,80. Compreso l'onere per il trasporto e impianto delle attrezzature, la segnalazione di eventuali ritrovamenti alle autorità competenti, la sorveglianza, l'assistenza e quant'altro occorre per eseguire l'intervento in sicurezza e nel rispetto delle normative vigenti e precisamente da: a) Determinazione Autorità Vigilanza LLPP n 9 -09/04/2002, b) Deliberazione Autorità Vigilanza Lavori Pubblici n 249 del 17/09/2003, c) Testo Unico Sicurezza [D. lgs 81/2008], c) Nuovo Codice dell'Ordinamento Militare, emanato con Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66 (GU n. 106 del 8-5-2010 – Suppl. Ordinario n. 84) entrato in vigore il 9/10/2010.			36,00		
1E.02.010.0030.f	Impianti			Cavidotti corrugati a doppia parete per posa interrata a norme CEI-EN 50086-1-2-4 con resistenza allo schiacciamento di 450 NEWTON diam. 110mm		360			

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore BLU per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360			
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore NERO per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360			
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore MARRONE per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360			
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore GRIGIO per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360			

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m ²]	TOT. Vol [m ³]	TOT. [Kg]
1E.02.040.0035.b	Impianti			Cavo bipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16OR16 0,6/1 kV, sezione nominale: 2x2,5 mm ² per collegamento tra cavo dorsale e proiettore, realizzato con giunti in gel		130			
NP.01	Impianti			Fornitura e posa in opera di due apparecchi di illuminazione "tipo proiettore asimetrico stradale" su palo in acciaio con doppia braccio (marca FIVEP modello KAI) Si comprendono le assistenze murarie . Compreso spese generali e utili di impresa.	11				

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco

Via Roma, 2
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit
RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CSA studio

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
www.csastudio.it

MANDANTI

P111 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato0_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_gvgENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.gvg-engineering.it

P111080000 StradaBuccinascoLavorato0_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_esedraingegneria.it

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DZC.171	0	COMPUTI E STIME COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]	PREZZO unitario	PREZZO TOT.
1C.03.150.0010.g	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Micropali Ø300 mm cls C32/40		672				98,40	66124,80
1C.03.150.0030	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Micropali armatura: tubolare metallico S355 dim. Ø 193.7 mm sp. 20 mm		672		7,33	57544	1,44	82863,04
1C.04.030.0070.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Travi di coronamento dei micropali - CLS C32/40				17,89		173,66	3107,12
1C.04.450.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Travi di coronamento dei micropali - armatura -Incidenza = 163 Kg/m³					2916	1,42	4141,28
1C.04.030.0070.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	CLS	Soletta di copertura manufatto idraulico esistente - CLS C32/40				42,89		173,66	7448,62
1C.04.450.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	armatura	Soletta di copertura manufatto idraulico esistente - Armatura per C.A. Acciaio B450C, incidenza 163 Kg/m³					6991	1,42	9927,78
1C.13.250.0020.a, 1C.1	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Impermeabilizzazioni	Impermeabilizzazione del manufatto di protezione idraulica esistente costituito da membrana bituminosa			147,61			18,84	2780,95
1C.02.050.0010.c	manuf. Prot. Roggia	Mov. Terra	Scavo	Scavo per manufatto di protezione idraulica (escluso da sez stradali)				49,20		10,11	497,44
1C.04.400.0010.c	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Casseformi	per CA - per solette orizzontali			21,89			20,49	448,57
1C.04.400.0010.a	manuf. Prot. Roggia	Strutture	Casseformi	per CA - per fondazioni, plinti, travi rovesce, platee (per travi di coronamento)			46,39			15,25	707,45
1C.02.050.0010.c	Opere stradali	Mov. Terra	Scavo	SCAVO				1090,85		10,11	11028,49
1C.02.050.0020.b	Opere stradali	Mov. Terra	Scavo	SCOTICO				1506,93		10,34	15581,66
1C.02.400.0010	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	RIEMPIMENTO SCOTICO				1506,93		3,23	4867,38
1C.02.400.0010	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	RILEVATO				2593,76		3,23	8377,84
1U.04.110.0090.b	Opere stradali	Mov. Terra	Riporto	VEGETALE				488,81		3,22	1573,97
1U.04.110.0150	Opere stradali	Pavimentazioni		FONDAZ. MISTO GRAN.				821,38		22,74	18678,18
1U.04.120.0010.d	Opere stradali	Pavimentazioni		BASE			5201,47			16,27	84627,86
				BINDER: Strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso costituito da inerti graniglie e pietrischi, Dmax 16 mm, resistenza alla frammentazione LA ≤ 25 , compreso fino ad un massimo di 30% di fresato rigenerato con attivanti chimici funzionali (ri							
1U.04.120.0200.a	Opere stradali	Pavimentazioni					5013,67			7,00	35095,67
1U.04.120.0200.c	Opere stradali	Pavimentazioni		BINDER: sovrapprezzo per ogni cm in più rispetto ai 5 cm (1 cm)			5013,67			1,20	6016,40
1U.04.120.0300.d	Opere stradali	Pavimentazioni		USURA			5032,60			7,87	39606,56
1U.04.130.0010	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI BINDER			1439,67			10,24	14742,19
1U.04.130.0030	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI BASE			1447,40			8,80	12737,12
1U.04.130.0020.a	Opere stradali	Pavimentazioni		MARCIAPIEDI FONDAZ.			1437,20			0,80	17246,40
MU.04.145.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		CORDOLI IN CLS DX		1376		38,04		6,12	8421,12
MU.04.145.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		CORDOLO IN CLS SX		1376		61,78		6,12	8421,12
1U.04.150.0010.a	Opere stradali	Pavimentazioni		scivolo a trapezio per raccordo altimetrico di accesso pedonale	4					628,32	2513,28
1C.12.020.0020.m	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 450 in PEAD con rinfiaccio in misto cementato		85				61,03	5187,55
1C.12.020.0020.q	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 710 in PEAD con rinfiaccio in misto cementato		157				132,79	20848,03
1C.12.020.0020.p	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	Collettore di drenaggio DN 630 in PEAD con rinfiaccio in misto cementato		113				106,18	11998,34
1C.02.100.0010.a	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 450				61,05		6,27	382,79
1C.02.100.0010.a	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 630				141,69		6,27	888,39
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	per collettori stradali tratto tubi DN 710				248,29		9,09	2256,96
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Riporto	Letto di posa in sabbia DN 450				5,74		17,19	98,63
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Riporto	Letto di posa in sabbia DN 630				16,02		17,19	275,35
1C.02.350.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Riporto	Letto di posa in sabbia DN 710				33,44		17,19	574,85
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfiaccio in misto cementato per tubi DN 450				52,43		90,18	4728,57

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]	PREZZO unitario	PREZZO TOT.
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfianco in misto cementato per tubi DN 630				118,55		90,18	10690,41
1U.01.110.0060.b	Opere Idrauliche	Strutture	misto cementato	Rinfianco in misto cementato per tubi DN 710				200,51		90,18	18082,21
1U.04.170.0010.a	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Chiusino in ghisa carrabile UNI EN 124 classe D400 - telaio 85 x 85 cm griglia Ø60	11					176,39	1940,29
1C.12.620.0140.b	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Pozzetto a "T" DN 630 comprensivo di tubo corrugato di raccordo al chiusino e soletta in CA.	11					150,37	1654,07
prezz. Zanetti	Opere Idrauliche	Strutture	pozzetti	Bocche di lupo (2 ogni 15 m)	46					16,70	763,75
1C.12.020.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni	PEAD	2 Tubi Ø180 mm in PEAD di raccordo tra bocca di lupo e collettore principale (L media = 2 m)		92				13,75	1265,00
1C.02.350.0010.c	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Riporto	Trincea drenante tratto 1- materiale granulare				2362,50		26,68	63031,50
1C.02.350.0010.c	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Riporto	Trincea drenante tratto 2 - materiale granulare				762,50		26,68	20343,50
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	Trincea drenante tratto 1				2362,50		9,09	21475,13
1C.02.100.0010.b	Opere Idrauliche	Mov. Terra	Scavo	Trincea drenante tratto 2				762,50		9,09	6931,13
MC.13.300.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni		Geotessuto per trincea drenante tratto 1			3640,00			0,99	3603,60
MC.13.300.0020.e	Opere Idrauliche	Tubazioni		Geotessuto per trincea drenante tratto 2			1110,00			0,99	1098,90
1C.12.100.0040.b	Opere Idrauliche	Tubazioni		Tube DN 200mm microfessurato per trincea drenante		450				14,74	6633,00
1U.05.100.0010	Opere stradali	Segnaletica	orizzontale	Segnaletica orizzontale, eseguita con pittura spartitraffico fornita dall'impresa, del tipo premiscelata, rifrangente, antisdrucchiole, nei colori previsti dal Regolamento d'attuazione del Codice della Strada, compreso ogni onere per attrezzature - (strisce carreggiate)			362,25			6,12	2216,97
1U.05.100.0010	Opere stradali	Segnaletica	orizzontale	segnaletica orizzontale (segnali stop, frecce, isole, zebraure e parcheggi) -[misure lorde vuoto per pieno]			212,58			6,12	1300,99
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello triangolare (dare precedenza)in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprensivo di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	2					55,74	111,48
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello di forma circolare Ø90 cm in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprensivo di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	3					55,74	167,22
Prezz Italferr	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Segnale stradale costituita da cartello di forma rettangolare (indicazione para parcheggio) in alluminio estruso conforme al codice della strada. Comprensivo di palo di sostegno in alluminio e comprensivo di ogni onere di messa in opera ed elementi di fissaggio	2					55,74	111,48
1U.05.220.0020.b	Opere stradali	Segnaletica	verticale	Fornitura e posa in opera di pali in acciaio zincato completi di tappo in resina, compresa la formazione dello scavo di fondazione, la fornitura ed il getto di calcestruzzo, la posa del palo, il ripristino della zona interessata alla posa, la pulizia - diametro 60 mm	7					21,66	151,62
1C.02.550.0010	Indagini	Bonifica Bellica		Taglio preliminare di vegetazione su aree da sottoporre a bonifica bellica, l'attività deve essere eseguita in maniera preventiva, allo scopo di eliminare tutta la vegetazione presente sul terreno da bonificare che sia di intralcio ad un corretto impiego degli apparati di ricerca			2926,00			0,24	702,24
1C.02.550.0020	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica superficiale consistente nelle attività di ricerca, localizzazione e scoprimento di tutti gli ordigni, mine e residuati bellici di ogni genere e tipo nonché di tutte le masse metalliche presenti nel terreno fino a cm. 100 di profondità			4310,00			0,22	948,20

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]	PREZZO unitario	PREZZO TOT.
1C.02.550.0030.a	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica di profondità mediante trivellazione svolta per ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica: - fino alla profondità di ml. 3,00 dal piano di campagna			724,00			0,89	644,36
1C.02.550.0030.b	Indagini	Bonifica Bellica		Bonifica bellica di profondità mediante trivellazione svolta per ricercare, individuare e localizzare ordigni o masse ferrose interrati a profondità superiore a cm. 100 dal piano campagna originario. Essa deve essere sempre preceduta dalla bonifica: - fino alla profondità di ml. 5,00 dal piano di campagna			1341,00			1,49	1998,09
prezzario regione Vene	Indagini	Bonifica Bellica		Localizzazione e bonifica delle aree mediante ricerca profonda di eventuali ordigni esplosivi, eseguita da tecnici specializzati fino ad una profondità prescritta dal Reparto Infrastrutture dell'Esercito Italiano di competenza, mediante trivellazione da eseguirsi al centro di quadrati di lato non superiore di ml 2,80. Compreso l'onere per il trasporto e impianto delle attrezzature, la segnalazione di eventuali ritrovamenti alle autorità competenti, la sorveglianza, l'assistenza e quant'altro occorre per eseguire l'intervento in sicurezza e nel rispetto delle normative vigenti e precisamente da: a) Determinazione Autorità Vigilanza LLPP n 9 -09/04/2002, b) Deliberazione Autorità Vigilanza Lavori Pubblici n 249 del 17/09/2003, c) Testa Unico Sicurezza [D. lgs 81/2008], c) Nuovo Codice dell'Ordinamento Militare, emanato con Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66 (GU n. 106 del 8-5-2010 – Suppl. Ordinario n. 84) entrato in vigore il 9/10/2010.			36,00			7,80	280,80
1E.02.010.0030.f	Impianti			Cavidotti corrugati a doppia parete per posa interrata a norme CEI-EN 50086-1-2-4 con resistenza allo schiacciamento di 450 NEWTON diam. 110mm		360				7,80	2808,00
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore BLU per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360				3,05	1098,00

CODICE	Opera	tipo	sottotipo	descrizione	TOT num.	TOT m [m]	TOT mq [m²]	TOT. Vol [m³]	TOT. [Kg]	PREZZO unitario	PREZZO TOT.
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore NERO per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360				3,05	1098,00
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore MARRONE per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360				3,05	1098,00
1E.02.040.0025.f	Impianti			Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16R16 0,6/1 kV, sezione nominale 16 mm² colore GRIGIO per la realizzazione della dorsale fino alla morsettiera del palo e quanto altro per un'installazione a regola d'arte.		360				3,05	1098,00
1E.02.040.0035.b	Impianti			Cavo bipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67; sigla di designazione FG16OR16 0,6/1 kV, sezione nominale: 2x2,5 mm² per collegamento tra cavo dorsale e proiettore, realizzato con giunti in gel		130				1,94	252,20
NP.01	Impianti			Fornitura e posa in opera di due apparecchi di illuminazione "tipo proiettore asimetrico stradale" su palo in acciaio con doppia braccio (marca FIVEP modello KAI) Si comprendono le assistenze murarie . Compreso spese generali e utili di impresa.	11					2450,00	26950,00
				TOTALE EURO							715369,90

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco

Via Roma, 2
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit
RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CSA studio

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
www.csastudio.it

MANDANTI

P111 COMMESSA024 Strada BuccinascoLavorato_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_gvgENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.gvg-engineering.it

P111000000 StradaBuccinascoLavorato_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_esedraingegneria.it

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DZC.173	0	COMPUTI E STIME QUADRO ECONOMICO

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

**STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE MEUCCI E LOMELLINA
COMUNE DI BUCCINASCO**

QUADRO ECONOMICO PROGETTO DEFINITIVO

A) LAVORI			
Scavi e rinterrì	158.185,00 €		
Pavimentazioni stradali	248.105,90 €		
Strutture	215.408,93 €		
Idraulica	50.634,42 €		
Segnaletica	4.059,76 €		
Illuminazione	34.402,20 €		
Bonifica Ordigni Bellici	4.573,69 €		
A.1 - Importo lavori soggetto a ribasso		715.369,90 €	
A.2 - Oneri sicurezza non soggetti a ribasso		35.768,50 €	
TOTALE LAVORI (A)			751.138,40 €
B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA S.A.			
B.1 - Imprevisti	93.377,51 €		
B.2 - Art. 113 D.Lgs. 50/2016	15.022,77 €		
B.3 - Espropri	82.200,00 €		
B.4 - Risoluzione interferenze	15.000,00 €		
B.5 - Incarichi tecnici esterni:			
Progettazione	53.710,19 €		
Direzione lavori (compreso CRE)			
Contabilità			
Coord. sicurezza progettazione			
Coord. sicurezza esecuzione			
Contributo previdenziale (4%)	2.148,41 €		
IVA su spese tecniche (22% del totale)	12.288,89 €		
Sub-totale somme a disposizione B1+B2+B3+B4+B5		273.747,77 €	
B.5 - IVA su lavori all'aliquota del	10%	75.113,84 €	
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELLA S.A. (B)			348.861,61 €
TOTALE IMPORTO PROGETTO (A+B)			1.100.000,00 €

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco

Via Roma, 2
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit
RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CSA studio

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
www.csastudio.it

MANDANTI

P11 COMMESSA24 Strada BuccinascoLavoro0_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_gvgENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.gvg-engineering.it

P11 COMMESSA24 Strada BuccinascoLavoro0_Progetto_DefinitivoX_REFLOGO_esedraENGINEERING_OK.JPG

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DZT.172	0	COMPUTI E STIME CAPITOLATO SPECIALE

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Ing. Michele Galanti	Ing. Alessandro Grassi	Arch. Ing. Mario V. Serini	

INDICE

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI	9
ART. 1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE E CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI	9
1.1 ACQUA.....	10
1.2 LEGANTI IDRAULICI	10
1.3 CALCI AEREE - POZZOLANE	10
1.4 GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI	10
1.6 GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI	10
1.7 MANUFATTI DI CEMENTO.....	10
1.8 MATERIALI FERROSI	11
1.9 ACCIAIO INOSSIDABILE.....	11
1.10 ACCIAIO ZINCATO	11
1.11 PELLICOLE RETTORIFLETTENTI.....	11
1.12 PRODOTTI PLASTICI METACRILICI.....	12
1.13 TUBAZIONI IN PVC	12
1.14 TUBAZIONI PER CONDOTTE DI SCARICO INTERRATE IN POLIETILENE.....	12
1.15 VETRI E CRISTALLI.....	13
1.16 LEGNAMI	13
1.17 MATERIALI PER OPERE IN VERDE	13
1.18 TELI DI «GEOTESSILE»	15
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	16
ART. 1 MOVIMENTI MATERIE	16
1.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI	16
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	16
1.3 DISERBAMENTO E SCOTICAMENTO	17
1.4 SCAVI.....	18
1.4.1 SCAVI DI SBANCAMENTO.....	19
1.4.2 SCAVI DI FONDAZIONE	20
1.5 RINTERRI E/O BONIFICHE	21
1.5.1 BONIFICA	21
1.5.2 RINTERRI.....	21
1.5.3 SISTEMAZIONE SUPERFICIALE.....	21
1.6 RILEVATI	22
1.6.1 FORMAZIONE DEL RILEVATO - GENERALITÀ, CARATTERISTICHE E REQUISITI DEI MATERIALI.....	22
1.6.2 RILEVATI STRADALI.....	22
1.6.1.1 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A1, A2-4, A2-5, A3	22
1.6.1.2 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A2-6, A2-7	24
1.6.1.3 IMPIEGO DI TERRE APPARTENENTI AI GRUPPI A4, A5,A6,A7	24
1.6.2 COSTRUZIONE DEL RILEVATO.....	25
1.6.2.1 FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI E DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE IN TRINCEA O IN RILEVATO (SOTTOFONDO).....	25
1.6.2.2 STRATO DI TRANSIZIONE (RILEVATO-TERRENO)	26
1.6.2.3 STRATO GRANULARE ANTICAPILLARE	26
1.6.2.4 STESA DEI MATERIALI	26
1.6.2.5 CONDIZIONI CLIMATICHE	28
1.6.2.6 RILEVATI SPECIALI SPERIMENTALI	29
1.6.2.7 RILEVATI IN TERRA STABILIZZATA/MIGLIORATA E CONSOLIDAMENTO PIANO DI APPOGGIO	29
1.6.2.8 RILEVATI CON MATERIALI RICICLATI DA:	33
1.7 SPECIFICA DI CONTROLLO QUALITÀ	44
1.7.1 DISPOSIZIONI GENERALI	44
1.7.2 PROVE DI LABORATORIO	46
1.7.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.....	46
1.7.3.1 PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA	46
1.7.4 CONTROLLO DEI MATERIALI IMPIEGATI NEL MIGLIORAMENTO E NELLA STABILIZZAZIONE A CALCE E/OCEMENTO.....	49
1.7.4.1 PROVE DI LABORATORIO	50

1.7.4.2	PROVE IN SITO	50
1.7.4.3	PROVE DI CONTROLLO SUL PIANO DI POSA	50
1.7.5	CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI DA DEMOLIZIONE EDILE	50
1.7.5.1	PROVE DI LABORATORIO	50
1.7.5.2	PROVE IN SITO	50
1.7.6	CONTROLLO DEI MATERIALI RICICLATI DA RIFIUTI SPECIALI INDUSTRIALI – SCORIE	50
1.7.6.1	PROVE DI LABORATORIO	51
1.7.6.2	PROVE IN SITO	51
1.7.7	TELO GEOTESSILE “TESSUTO NON TESSUTO”	51
1.7.8	CONTROLLO SCAVI	52
ART. 2 DEMOLIZIONI E RIMOZIONI		53
2.1	MURATURE E FABBRICATI	53
2.2	IDRODEMOLIZIONI	54
2.3	DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICIATA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	54
2.4	RIMOZIONI	55
ART. 3 SISTEMI DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE		56
3.1	CAMPO DI APPLICAZIONE	56
3.2	TUBAZIONI	56
3.2.1	MATERIALI	56
3.2.1.1	GENERALITÀ	56
3.2.1.2	TUBI IN PVC-U	56
3.2.1.3	TUBI STRUTTURATI IN PVC-U, PP E PE	57
3.2.1.4	TUBI IN CALCESTRUZZO NON ARMATO E ARMATO CON FIBRE DI ACCIAIO E CON ARMATURE TRADIZIONALI	57
3.2.2	POSA IN OPERA	57
3.2.2.1	SCARICO ED ACCATASTAMENTO	57
3.2.2.2	SCAVO	58
3.2.2.3	LETTO DI POSA	58
3.2.2.4	INSTALLAZIONE	58
3.2.2.5	RINFIANCO E RINTERRO	59
3.2.3	CONTROLLI ED ACCETTAZIONE	59
3.2.3.1	GENERALITÀ	59
3.2.3.2	MARCATURA E DOCUMENTAZIONE	60
3.2.4	CONTROLLI IN CANTIERE	60
3.2.4.1	LIVELLETTE	60
3.2.4.2	COSTIPAMENTO DEL RINTERRO	60
3.2.4.3	COLLAUDO IN OPERA	60
3.3	POZZETTI	60
3.3.1	MATERIALI	60
3.3.1.1	GENERALITÀ	60
3.3.1.2	POZZETTI PREFABBRICATI IN C.A.V.	61
3.3.1.3	POZZETTI IN PE STRUTTURATO	61
3.3.2	POSA IN OPERA	61
3.3.3	CONTROLLI ED ACCETTAZIONE	61
3.3.3.1	GENERALITÀ	61
3.3.3.2	MARCATURA E DOCUMENTAZIONE	62
3.3.4	CONTROLLI IN CANTIERE	62
3.4	DISPOSITIVI DI CHIUSURA E DI CORONAMENTO DEI POZZETTI	62
3.4.1	DEFINIZIONI	62
3.4.2	MATERIALI	62
3.4.3	POSA IN OPERA	63
3.4.4	CONTROLLI ED ACCETTAZIONE	63
3.4.5	CONTROLLI IN CANTIERE	63
3.5	CANALI DI DRENAGGIO	64
3.5.1	DEFINIZIONI	64
3.5.2	MATERIALI	64
3.5.3	POSA IN OPERA	65

3.5.4	CONTROLLI ED ACCETTAZIONE	65
3.5.5	CONTROLLI IN CANTIERE	65
3.6	CANALETTE, MANTELLATE, CORDONATE	65
3.6.1	MATERIALI	65
3.6.2	POSA IN OPERA	65
3.6.3	CONTROLLI ED ACCETTAZIONE	66
3.6.4	CONTROLLI IN CANTIERE	66
ART. 4	CALCESTRUZZO	66
4.1	NORMA DI RIFERIMENTO	66
4.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI	67
4.2.1	CEMENTO	67
4.2.2	AGGIUNTE	68
4.2.3	AGGREGATI	68
4.2.4	GRANULOMETRIA DEGLI INERTI	70
4.2.5	ACQUA DI IMPASTO	70
4.2.6	ADDITIVI E DISARMANTI	71
4.3	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	71
4.4	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	72
4.4.1	RESISTENZA DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI: CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	72
4.4.2	CONTROLLO DELLA LAVORABILITÀ	73
4.4.3	CONTROLLO DEL RAPPORTO ACQUA/CEMENTO	73
4.4.4	CONTROLLO DELL'OMOGENEITÀ DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO	73
4.4.5	CONTROLLO DEL CONTENUTO DI ARIA	73
4.4.6	CONTROLLO DEL CONTENUTO, DEL TIPO E DELLA CLASSE DI CEMENTO	73
4.4.7	CONTROLLO DEL PESO DI VOLUME	74
4.5	DURABILITÀ' DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	74
4.6	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE	74
4.6.1	CONFEZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI	74
4.6.2	TRASPORTO	76
4.6.3	POSA IN OPERA	77
4.6.3.1	TOLLERANZE GEOMETRICHE	79
4.6.3.2	RIPRESE DI GETTO	79
4.6.3.3	POSA IN OPERA IN CLIMI FREDDI	79
4.6.3.4	POSA IN OPERA IN CLIMI CALDI	80
4.6.3.5	GETTI MASSIVI	80
4.6.4	STAGIONATURA E DISARMO	80
4.6.4.1	PREVENZIONE DELLE FESSURE DA RITIRO PLASTICO	80
4.6.4.2	DISARMO	81
4.6.4.3	GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	81
4.6.4.4	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI	82
ART. 5	CASSEFORME E CENTINATURA	82
5.1	CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE	82
ART. 6	RIPRISTINI	84
ART. 7	SISTEMI PROTETTIVI PER STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	84
7.1	SISTEMI PROTETTIVI FILMOGENI	84
7.1.1	GENERALITÀ	84
7.1.2	DEFINIZIONE E SCELTA DEI SISTEMI PROTETTIVI	84
7.1.2.1	PROTEZIONE DI PONTI, VIADOTTI E CAVALCAVIA	84
7.2	REQUISITI E METODI DI PROVA	85
7.3	ACCETTAZIONE E SPECIFICHE PRESTAZIONALI DEI SISTEMI PROTETTIVI	86
7.4	PREPARAZIONE DEL SUPPORTO E MODALITÀ D'APPLICAZIONE DEL SISTEMA PROTETTIVO	87
7.5	PROVE, CONTROLLO DELLE PRESTAZIONI E DEGLI SPESSORI	88
ART. 8	ACCIAIO DI ARMATURA PER C.A. E C.A.P.	89

8.1	GENERALITÀ.....	89
8.2	ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA – B450A, B450C: CONTROLLO DI ACCETTAZIONE	90
8.3	ACCIAIO INOSSIDABILE IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA	92
8.4	RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTRISALDATE	92
8.4.1	POSA IN OPERA DI ARMATURE PER C.A.	92
8.4.2	GIUNZIONI DI BARRE DA C.A.	93
8.4.3	MANICOTTI FILETTATI PER ARMATURE ORDINARIE (VERIFICA PROGETTISTA).....	93
8.4.4	ACCIAIO PER C.A.P.	94
8.4.4.1	FILI, BARRE, TREFOLI	94
8.4.4.2	CAVO INGUAINATO MONOTREFOLO	95
8.4.4.3	ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	95
8.4.4.4	POSA IN OPERA DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE	95
8.4.4.5	TOLLERANZE	95
8.4.4.6	INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE	96
ART. 9	PALI DI FONDAZIONE	96
9.1	CLASSIFICAZIONE	96
9.2	DEFINIZIONI	96
9.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	98
9.4	PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO	98
9.5	TIPOLOGIE ESECUTIVE.....	98
9.5.1	MICROPALI	98
9.5.1.1	TOLLERANZE GEOMETRICHE	99
9.5.1.2	TRACCIAMENTO.....	99
9.5.1.3	ARMATURA-GENERALITÀ.....	99
9.5.1.4	ARMATURE TUBOLARI	99
9.5.1.5	MALTE E MISCELE CEMENTIZIE	100
9.5.2	MICROPALI A INIEZIONI RIPETUTE AD ALTA PRESSIONE.....	101
9.5.2.1	FORMAZIONE DEL FUSTO DEL MICROPALO	101
9.6	PROVE DI CARICO	102
9.6.1	GENERALITÀ.....	102
9.6.2	PROVE DI CARICO SU MICROPALI.....	103
9.6.2.1	PROVE DI CARICO ASSIALE	103
9.6.2.2	ATTREZZATURE E DISPOSITIVI DI PROVA.....	104
9.6.2.3	PROGRAMMA DI CARICO.....	104
9.6.2.4	RISULTATI DELLE PROVE.....	106
9.6.3	PROVE NON DISTRUTTIVE	106
9.6.3.1	PROVE GEOFISICHE	106
9.6.3.2	CAROTAGGIO CONTINUO MECCANICO	107
9.6.3.3	SCAVI ATTORNO AL FUSTO DEL PALO	107
9.6.4	GENERALITÀ.....	107
9.6.5	MICROPALI	107
ART. 10	CARPENTERIA METALLICA	109
10.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	109
10.2	DOCUMENTAZIONE.....	109
10.3	MATERIALI IMPIEGATI	110
10.3.1	BULLONI PER UNIONI AD ATTRITO	110
ART. 11	GIUNTI DI DILATAZIONE SU OPERE D'ARTE.....	111
11.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	111
11.2	TIPOLOGIE DI GIUNTI.....	111
11.3	MATERIALI.....	112
11.3.1	ACCIAIO DA COSTRUZIONE	112
11.3.2	ACCIAIO INOSSIDABILE	113
11.3.2.1	SUPERFICI DI SCORRIMENTO E SCOSSALINE	113
11.3.2.2	ANCORAGGI E BULLONERIA	113
11.3.3	LEGHE DI ALLUMINIO	113

11.3.4	GOMMA	113
11.3.5	MALTE, BETONCINI E RESINE	114
11.4	REQUISITI FUNZIONALI.....	115
11.4.1	GENERALITÀ.....	115
11.4.2	IMPERMEABILITÀ	115
11.5	POSA IN OPERA	115
11.5.1	PIANI E VANI DI POSA	115
11.5.2	PREREGOLAZIONE	116
11.5.3	RACCORDI CON LA PAVIMENTAZIONE, I CORDOLI E LE BARRIERE	116
11.6	PROVE E CONTROLLI.....	117
11.6.1	GENERALITÀ.....	117
11.6.2	PROVA FUNZIONALE DEL GIUNTO.....	117
11.6.3	PROVE DI CARICO.....	117
11.6.4	PROVA A FATICA	117
11.6.5	PROVA DI ADESIONE AL CLS	118
11.6.6	PROVA DI SFILAMENTO TIRAFONDI.....	118
11.6.7	PROVE DI PROTEZIONE ANTICORROSIVA	118
11.6.8	CONTROLLO DELLE MATERIE PRIME E COMPONENTI.....	119
11.6.9	CONTROLLI IN CORSO DI MONTAGGIO	120
11.6.10	CONTROLLI SUI PRODOTTI FINITI.....	121
11.6.11	CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO SUI GIUNTI	121
11.7	PIANO DI ASSICURAZIONE QUALITÀ.....	122
11.8	MANUTENZIONE DEI DISPOSITIVI	122
ART. 12	IMPERMEABILIZZAZIONE DI OPERE D'ARTE	122
12.1	NORME GENERALI	122
12.2	MANTO CON CAPPÀ DI MASTICE DI ASFALTO	123
	LEGANTE:	123
	FILLER:	124
	SABBIA:	124
	MISCELA FINALE:.....	124
12.2.1.1	MODALITÀ' DI APPLICAZIONE.....	125
12.2.1.2	MODALITÀ' DI PREPARAZIONE DEL MASTICE DI ASFALTO SINTETICO.....	126
	PROCEDURA 1:	126
	PROCEDURA 2:	126
12.3	MANTO REALIZZATO CON GUAINÈ PREFORMATE COSTITUITE DA BITUMI MODIFICATI CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TNT.....	126
12.3.1	MATERIALI	126
12.3.2	MODALITÀ DI POSA IN OPERA	128
12.4	MANTO CON MEMBRANE PREFABBRICATE A BASE BITUMINOSA	128
ART. 13	PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	129
13.1	LEGANTI BITUMINOSI DI BASE E MODIFICATI	129
13.1.1	LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI - CARATTERISTICHE E PENALI.....	129
13.2	BITUMI DI BASE	131
13.3	CARATTERISTICHE DEL BITUMEN DI BASE "BM" PER LA MODIFICA CON POLIMERI	131
13.3.1.1	LEGANTI BITUMINOSI MODIFICATI.....	132
13.3.1.2	CERTIFICAZIONE DI QUALITÀ	133
13.3.2	BITUMI MODIFICATI CON ADDITIVI	133
13.3.3	BITUMI CON MODIFICA "MEDIUM"	134
13.3.4	BITUMI CON MODIFICA "HARD"	135
13.3.5	EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE.....	137
13.3.6	ATTIVANTI CHIMICI FUNZIONALI (A.C.F.).....	138
13.3.7	DOPE DI ADESIONE.....	138
13.3.8	MODIFICANTI STRUTTURALI (MST)	139
13.4	CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO.....	139
13.4.1	PRESCRIZIONI GENERALI	140
13.4.1.1	MATERIALI FRESATI	141
13.4.1.2	PENALI.....	141

13.5	CONGLOMERATI BITUMINOSI DI BASE, COLLEGAMENTO, USURA CONFEZIONATI CON BITUME “NORMALE”, “MEDIUM” E “HARD”	141
13.5.1	DESCRIZIONE.....	141
13.5.2	BITUME	142
13.5.3	AGGREGATI	142
13.5.4	ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE	142
13.5.5	POSA IN OPERA.....	142
13.5.6	PRESCRIZIONI PROGETTUALI	144
13.5.6.1	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA INERTI SUPERIORE A 2 MM.....	144
13.5.6.2	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA INERTI INFERIORE A 2 MM.	144
13.5.6.3	LOS ANGELES	145
13.5.6.4	SENSIBILITÀ AL GELO	145
13.5.6.5	STRATI DI USURA: VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (NORMA UNI EN 1097-8) E VLMIX. (DENOMINATI CLA E CLA MIX NELLE PRECEDENTI NTA)	145
13.5.6.6	COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE	145
13.5.6.7	COEFFICIENTE DI FORMA.....	146
13.5.6.8	EQUIVALENTE IN SABBIA	146
13.5.6.9	SPOGLIAMENTO IN ACQUA	146
13.5.6.10	ADDITIVI.....	146
13.5.6.11	ARGILLA ESPANSA – RESISTENZA ALLO SCHIACCIAMENTO	146
13.5.7	MISCELE	146
13.5.7.1	QUANTITÀ DI BITUME	147
13.5.7.2	PROVE VOLUMETRICHE E MECCANICHE	147
13.5.7.2.1	PRESSA GIRATORIA – CONDIZIONI DI PROVA	147
13.5.7.3	REQUISITI DI IDONEITÀ	148
13.5.7.3.2	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA	148
13.5.7.3.3	PROVA MARSHALL.....	149
13.5.7.3.4	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRECTA	150
13.5.7.3.5	MODULO COMPLESSO (E)	151
13.5.7.3.6	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI CONFEZIONATI CON LEGANTE DI TIPO “NORMALE”, “MEDIUM” E “HARD”	151
13.5.8	MISCELE DI USURA CON IMPIEGO DI ARGILLA ESPANSA.....	151
13.5.8.1	AGGREGATI	151
13.5.8.2	CONFEZIONE DELLE MISCELE.....	151
13.5.8.3	REQUISITI DI ACCETTAZIONE	152
13.5.8.4	POSA IN OPERA DELLE MISCELE	152
13.6	CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATA PERCENTUALE DI VUOTI DRENANTI - FONOASSORBENTI	152
13.6.1	PRESCRIZIONI GENERALI	153
13.6.1.1	PENALI.....	153
13.6.2	MISCELE DI: USURA DRENANTE, USURA DRENANTE STRUTTURALE	153
13.6.2.1	DESCRIZIONE.....	153
13.6.2.2	BITUME	153
13.6.2.3	ATTIVANTI CHIMICI DI ADESIONE	153
13.6.2.4	MATERIALI INERTI	154
13.6.2.5	POSA IN OPERA.....	154
13.6.3	PRESCRIZIONI PROGETTUALI	156
13.6.3.1	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA INERTI SUPERIORI A 2 MM.	156
13.6.3.2	PERCENTUALE DI FRANTUMATO NELLA MISCELA INERTI INFERIORI A 2 MM.	156
13.6.3.3	LOS ANGELES	156
13.6.3.4	SENSIBILITÀ AL GELO	156
13.6.3.5	VALORE DI LEVIGABILITÀ VL (NORMA UNI EN 1097-8) E VLMIX.....	156
13.6.3.6	COEFFICIENTE DI IMBIBIZIONE	157
13.6.3.7	COEFFICIENTE DI FORMA.....	157
13.6.3.8	EQUIVALENTE IN SABBIA	157
13.6.3.9	SPOGLIAMENTO IN ACQUA	157
13.6.3.10	ADDITIVI.....	157
13.6.3.11	ARGILLA ESPANSA – RESISTENZA DEL GRANULO ALLO SCHIACCIAMENTO (UNI EN 13055-2)	157
13.6.4	MISCELE	157
13.6.4.1	BITUME	158

13.6.4.2	REQUISITI DI IDONEITÀ	158
13.6.4.2.2	PRESSA GIRATORIA.....	158
13.6.4.2.3	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA	159
13.6.4.2.4	PROVA MARSHALL.....	159
13.6.4.2.5	RESISTENZA A TRAZIONE INDIRETTA	160
13.6.4.2.6	CAPACITÀ DRENANTE.....	160
13.6.4.2.7	MODALITÀ PER LA DETERMINAZIONE DELLA CAPACITÀ DRENANTE SU STRATI SUPERFICIALI DI PAVIMENTAZIONE	160
13.7	CONTROLLI PRESTAZIONALI E RELATIVE PENALI.....	163
13.7.1	CONTROLLI AD ALTO RENDIMENTO: TUTTI I TIPI DI CONGLOMERATO BITUMINOSO	163
13.7.1.1	PORTANZA: REQUISITI.....	163
13.7.1.2	PORTANZA: PENALI	164
13.7.1.3	ADERENZA E MACROTESSITURA: REQUISITI	165
13.7.1.4	ADERENZA E MACROTESSITURA: PENALI	166
13.7.1.5	REGOLARITÀ: REQUISITI	167
13.7.1.6	REGOLARITÀ: PENALI	168
13.7.1.7	REGOLARITÀ DEI GIUNTI: REQUISITI E PENALI	169
13.7.2	CONTROLLI TRADIZIONALI: TUTTI I TIPI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI	169
13.7.2.1	DURATA A FATICA	169
13.7.2.2	CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	170
13.7.2.3	POSA IN OPERA DELLA MISCELA	170
13.7.2.4	SPESSORI: PENALI.....	170
13.8	CONTROLLI	171
13.8.1	PRESTAZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DELLA COMMITTENTE	171
ART. 14 SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE		172
14.1	PREMESSA	172
14.2	CAPO I – SEGNALETICA VERTICALE	173
14.2.1	PRODUZIONE	173
14.2.2	COSTRUZIONE DEI SEGNALI.....	173
14.2.2.1	FORME E DIMENSIONI DEI SEGNALI	173
14.2.2.2	SUPPORTO METALLICO	173
14.2.2.3	RINFORZO PERIMETRALE DEL CARTELLO	173
14.2.2.4	CONGIUNZIONI DEI PANNELLI COSTITUENTI I CARTELLI DI GRANDI DIMENSIONI	174
14.2.2.5	TRAVERSE DI RINFORZO	174
14.2.2.6	SALDATURA ELETTRICA PER PUNTI.....	174
14.2.2.7	TRAVERSE DI IRRIGIDIMENTO	174
14.2.2.8	ATTACCHI	174
14.2.2.9	VERNICIATURA DEL CARTELLO	175
14.2.2.10	FACCIA ANTERIORE DEL CARTELLO	175
14.2.2.11	FACCIA POSTERIORE DEL CARTELLO.....	176
14.2.3	COSTRUZIONE DELLE STRUTTURE	176
14.2.3.1	NORME PROGETTUALI DI RIFERIMENTO.....	176
14.2.3.2	SOSTEGNI PER CARTELLI.....	176
o	ZINCATURA A CALDO PER IMMERSIONE	177
14.2.4	POSA IN OPERA.....	178
14.2.4.1	CARATTERISTICHE GENERALI	178
14.2.4.1.2	DISTANZA DALLA CARREGGIATA	178
14.2.4.1.3	ALTEZZA DALLA PAVIMENTAZIONE	178
14.2.4.1.4	INSTALLAZIONE DELLA SEGNALETICA	179
14.2.4.2	POSA IN OPERA DEGLI IMPIANTI SU TERRA	179
14.2.5	RETTIFICHE E RIMOZIONE	179
14.2.5.1	RETTIFICHE ALLA SEGNALETICA	179
14.2.6	CERTIFICAZIONI E PROVE.....	180
14.2.6.1	FORME E DIMENSIONI DEI SEGNALI	180
14.2.6.2	QUALITÀ DELL'ACCIAIO.....	181
14.2.6.3	BULLONERIA	181
14.2.6.4	UNIONI SALDATE.....	181
14.2.6.5	ZINCATURA.....	181

14.2.6.6	ALLUMINIO.....	181
14.2.6.7	PELLICOLE RETRO-RIFLETTENTI.....	181
14.2.6.8	POSA IN OPERA.....	181
14.3	CAPO III – SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	182
14.3.1.1	PREMESSA.....	182
14.3.1.2	CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI PER SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	182
14.3.1.2.1	PITTURE:.....	182
14.3.1.2.2	TERMOPLASTICO CON MICROSFERE DI VETRO PREMISCELATE E POSTSPRUZZATE(*):.....	182
14.3.1.2.3	LAMINATI ELASTOPLASTICI (NASTRO STRADALE ELASTOPLASTICO PREFORMATO).....	182
14.3.1.3	TRATTI ANTINEBBIA.....	183
14.3.1.4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	183
14.3.1.5	CONTROLLI STANDARD PRESTAZIONALI DEI MATERIALI.....	186
14.3.1.6	ESECUZIONE DEI LAVORI.....	187

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1 Condizioni generali d'accettazione e caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia, in particolare la Direttiva 89/106/CE e IL DM 14/1/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

I materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti indicati nel presente capitolato.

Il materiale ed i prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore;
- accettati dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

- A. Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibili una norma europea armonizzata (Marcatura CE);
- B. Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibili una norma europea armonizzata;
- C. Materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non ricadenti nelle tipologie A e B.

Dalla Normativa (NTC 2008 cap. 11 par. 11.1)

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previste nella detta documentazione.

Per ogni prodotto non recante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (Caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

1.1 Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

1.2 Leganti idraulici

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) Cementi. Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n° 29 del 04/02/2008).

2) Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D. e E. della Legge 595/1965).

1.3 Calci aeree - Pozzolane

Dovranno corrispondere alla norma UNI EN 459-1.

1.4 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi

Dovranno corrispondere ai requisiti definiti dalla norma UNI EN 12620 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono i riferimenti alla norma sopra citata e le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

1.5 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti alla norma UNI EN 13043 ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

1.6 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti di cui alla norma UNI EN 13043.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e particolarmente esenti da materie eterogenee non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiori al 2%.

1.7 Manufatti di cemento

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione. Saranno conformi alle norme del mandato M 100 per quanto di pertinenza.

1.8 Materiali ferrosi

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

In particolare essi si distinguono in:

- 1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- 2) lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- 3) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.
- 4) bulloneria per carpenteria secondo le norme UNI EN 14399, UNI EN 15048 e UNI EN ISO 898;
- 5) tubi d'acciaio senza saldatura per impieghi meccanici e strutturali conformi alle norme UNI EN 10210 e UNI EN 10297 ed appartenere ai tipi S 235, S 275, S 355, S 460;
- 6) tubi d'acciaio saldati longitudinalmente conformi alla norma UNI EN 10219 ed appartenere ai tipi S 355 e S 460;

1.9 Acciaio inossidabile

La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «x» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %. Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

Dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione ed al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alle norme EN 10088-3 (laminati a caldo e finiti a freddo), UNI 6900-71 e AISI 316.

Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norme EN 10088-2, UNI 8317 e AISI 316.

1.10 Acciaio zincato

Si intendono realizzati in acciaio zincato i profilati, le lamiere e i tubi d'acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della norma UNI EN ISO 1461.

Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compluvi, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir.

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco, espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m² per zincatura normale;
- 300 g/m² per zincatura pesante.

1.11 Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti dovranno possedere i livelli minimi di qualità secondo quanto indicato nel disciplinare tecnico approvato con D.M. 31 marzo 1995. Ove previsto in base all'impiego dovranno essere conformi alla EN

1463-1 e in generale alle norme del mandato M111.

1.12 Prodotti plastici metacrilici

Sono caratterizzati da infrangibilità, leggerezza ed elevatissima resistenza agli agenti atmosferici; dovranno rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme di unificazione:

- UNI 7067-72: Materie plastiche metacriliche per stampaggio ed estrusione. Tipi, prescrizioni e prove;
- UNI 7074-72: Lastre di polimetilmetacrilato. Tipi, prescrizioni e prove.

Le lastre potranno essere di tipo I (colorate in forma e successivamente polimerizzate in blocco) e di tipo II (prepolimerizzate e termoestruse).

In ogni caso saranno assolutamente prive di difetti superficiali e di forma.

1.13 Tubazioni in PVC

Le tubazioni in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere saranno muniti di guarnizione di gomma.

Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile e indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto italiano dei plastici.

1.14 Tubazioni per condotte di scarico interrate in Polietilene

Le tubazioni in polietilene per condotte di scarico interrate non in pressione dovranno essere realizzate per coestrusione continua di due pareti, quella interna dovrà essere liscia e di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere, quella esterna corrugata e di colore nero. Il sistema (tubo + giunzione) dovrà essere interamente conforme alla norma UNI EN 13476 e certificato con marchio di qualità di prodotto da ente certificatore terzo accreditato, diametro nominale esterno DN/OD 125÷1200 mm, classe di rigidità anulare SN 4÷8 kN/m² misurata secondo EN ISO 9969. La tubazione dovrà essere prodotta da azienda operante in regime di qualità di produzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001/2008 e in regime di qualità ambientale UNI EN ISO 14001/2004. Le barre dovranno essere dotate di giunzione a bicchiere o manicotto esterno con relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive della estremità di tubo da inserire nel bicchiere.

Il tubo deve essere provvisto della marcatura prevista dalla norma UNI EN 13476 e dovranno essere esibite:

- certificazioni di collaudo alla flessibilità anulare secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella UNI EN 1446
- certificazione in regime di qualità ambientale (UNI EN ISO 14001:2004)
- certificazione di produzione in regime di qualità aziendale (UNI EN ISO 9001:2008)
- certificazione di collaudo alla tenuta idraulica delle giunzioni secondo quanto previsto dal UNI EN 13476 con il metodo di prova descritto nella EN 1277
- certificazione di collaudo di resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma DIN EN 295-3
- certificazione IIP del sistema di giunzione.

1.15 Vetri e Cristalli

Dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un sol pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e qualsiasi altro difetto.

- Cristalli lustrati: s'intendono per tali i vetri piani con entrambi le facce tese, mediante trattamento "Float", praticamente piane, parallele e lustre. Essi dovranno rispondere alle norme di unificazione UNI 6487-75 vetri piani - cristalli lustrati (lustrati e float).

- Vetri uniti al perimetro (vetro-camera): saranno costituiti da pannelli prefabbricati formati da due lastre di vetro piano accoppiate (per mezzo di profilato e distanziatore saldato con adesivi o sigillanti), fra le quali è racchiusa aria o gas disidratati.

Il giunto d'accoppiamento dovrà essere assolutamente ermetico e di conseguenza non dovrà presentarsi nessuna traccia di polvere o di condensa sulle superfici interne di cristalli. Essi dovranno presentarsi perfettamente trasparenti ed inoltre stabili alla luce, all'invecchiamento ed agli agenti atmosferici.

Per le tolleranze sugli spessori, dimensionali e di forme, si rimanda alle norme UNI 7172-73.

1.16 Legnami

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami, grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

1.17 Materiali per opere in verde

1) Terra: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

2) Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

3) Materiale vivaistico: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

4) Semi: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna «buona semente» e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) Zolle: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benessere all'impiego. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago sp.pl.*, della *Salvia pratensis*, della *Bellis perennis*, del *Ranunculus sp.pl.*, mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex sp.pl.*, *Artemisia sp.pl.*, *Catex sp.pl.* e tutte le Umbrellifere.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita dalla popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità. Lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) Paletti di castagno per ancoraggio vimate: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) Verghe di salice: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

8) Talee di salice: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) Rete metallica: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

1.18 Teli di «geotessile»

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
 1. con fibre a filo continuo;
 2. con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
 3. con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10⁻³ e 10⁻¹ cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5 cm¹, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

I geotessili dovranno: non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Per la determinazione del peso e dello spessore del "geotessile" occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le norme UNI EN 13249-13251-13256.

¹ Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scarteranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 1 Movimenti Materie

1.1 Definizioni e Classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

Subito dopo la consegna dei lavori e prima di dare inizio alle opere, l'Impresa dovrà provvedere alla completa verifica della natura e delle caratteristiche del sottosuolo a sua cura e spese, d'intesa con la Direzione Lavori, eventualmente con l'esecuzione di saggi, sondaggi e prove di laboratorio.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti, in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette.

A suo tempo dovrà pure installare, nei tratti che indicherà la Direzione Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

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

1.2 Normativa di riferimento

- D.M. 246 del 21 Aprile 1993 regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione
- D.Lgs n°152 – 3 Aprile 2006
- “Norme in materia ambientale”
- AHSSTO T/180: 2004 Moisture-density relations of soil using 4.54 kg(10 lb) rammer and 457 mm (18 inch) drop
- CNR BU n. 22 Peso specifico apparente in sito
- CNR BU n. 69 Prova di costipamento di una terra
- EN 13286-1:2003, Miscele legate o non legate con leganti idraulici, parte 2- metodi di prova della massa volumetrica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio - Introduzione, requisiti generali e campionamenti
- UNI EN 13286-2 Miscele legate o non legate con leganti idraulici, parte 2- metodi di prova della massa volumetrica e del contenuto di acqua di riferimento di laboratorio – Costipamento Proctor
- CNR- UNI 10009, Determinazione dell'indice di portanza CBR di una terra
- EN 13286-47, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 47: Test method for the determination of the California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling

- EN 13286-41, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures
- CNR-UNI 10008 -Prove su materiali stradali: Umidità di una terra
- EN 13286-46, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 46: Test method for the determination of the moisture condition value
- EN 933-1, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 1: Determination of particle size distribution - Sieving method
- EN 933-2, Tests for geometrical properties of aggregates - Part 2: Determination of particle size distribution - Test sieves, nominal size of apertures
- EN 932-3 - Tests for general properties of aggregates – Procedure and terminology for simplified petrographic description”
- EN 1097-5, Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 5: Determination of the water content by drying in a ventilated oven
- EN 1097-6, Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 6: Determination of particle density and water absorption
- CNR-B.U. n. 36 - Stabilizzazione delle terre con calce
- R.D. n. 2231/1939 “Norme sull'accettazione delle calci”.
- EN 469-1 building lime –part 1 definitions, specifications and conforming criteria
- EN 469-1 building lime –part 2 test methods
- CNR B.U. n. 146 -Determinazione dei moduli di deformazione Md e M'd mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare
- EN 14227: parte 10 – Miscele legate con leganti idraulici- terreno trattato con cemento
- EN 14227: parte 11 – Miscele legate con leganti idraulici- terreno trattato con calce
- EN 13249:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse le ferrovie e l'inclusione nelle pavimentazioni bituminose)
- EN 13251:2000 Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno.

1.3 Diserbamento e scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

Il materiale vegetale scavato, riconosciuto idoneo dalla D.L., potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

1.4 Scavi

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

1. impianti di rilevati;
2. impianti di opere d'arte;
3. cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

- Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa.
- Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972). Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.
- Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'Impresa).
- Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

- Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.
- Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti. In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato alla verifica dell'idoneità da effettuarsi con prove durante gli scavi e sottoposta al controllo e all'approvazione della D.L. secondo piani appositamente predisposti.

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L., fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente.

L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

1.4.1 Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;

- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

1.4.2 Scavi di fondazione

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista. Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 14/01/08. Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento. Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (D.lgs. n°152 2006 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

1.5 Rinterri e/o Bonifiche

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

1.5.1 Bonifica

a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto.

Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (UNI 10006):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).
- Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).
- Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²).

b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

1.5.2 Rinterri

a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

b) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

1.5.3 Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a

raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

1.6 Rilevati

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali esso intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso altri Laboratori ufficiali autorizzati dalla A.S., sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n.3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D.13 febbraio 1933, n.215 e successive modifiche.

1.6.1 Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

1.6.2 Rilevati stradali

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione o di galleria.

1.6.1.1 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃, il materiale appartenente al gruppo A₃

dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A_{1-a} e A₃ (per le terre appartenenti al gruppo A₃ vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al 1° ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

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

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

1.6.1.2 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

1.6.1.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento), attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la

possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

1.6.2 Costruzione del rilevato

1.6.2.1 Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;

15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

- Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

1.6.2.2 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile “ non tessuto”.

1.6.2.3 Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

1.6.2.4 Stesa dei materiali

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

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

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione alla Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'Impresa, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Eventuali stabilizzazioni a cemento dei rilevati, dovranno essere eseguite con cemento del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a $2,00\text{ m} + 3/2 h$ e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati l'Impresa 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.

Dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Impresa sarà obbligata ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale. Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A_6 e A_7 .

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

1.6.2.5 Condizioni climatiche

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame).

Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

1.6.2.6 Rilevati Speciali Sperimentali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- rilevati con materiali riciclati.

1.6.2.7 Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A₂₋₆ e A₂₋₇) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere trattate con calce anche le “vulcaniti vetrose” costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):

il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti. Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calce di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a

compressione.

Noti questi valori verrà definita di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto, approvata dalla DL, in modo che:

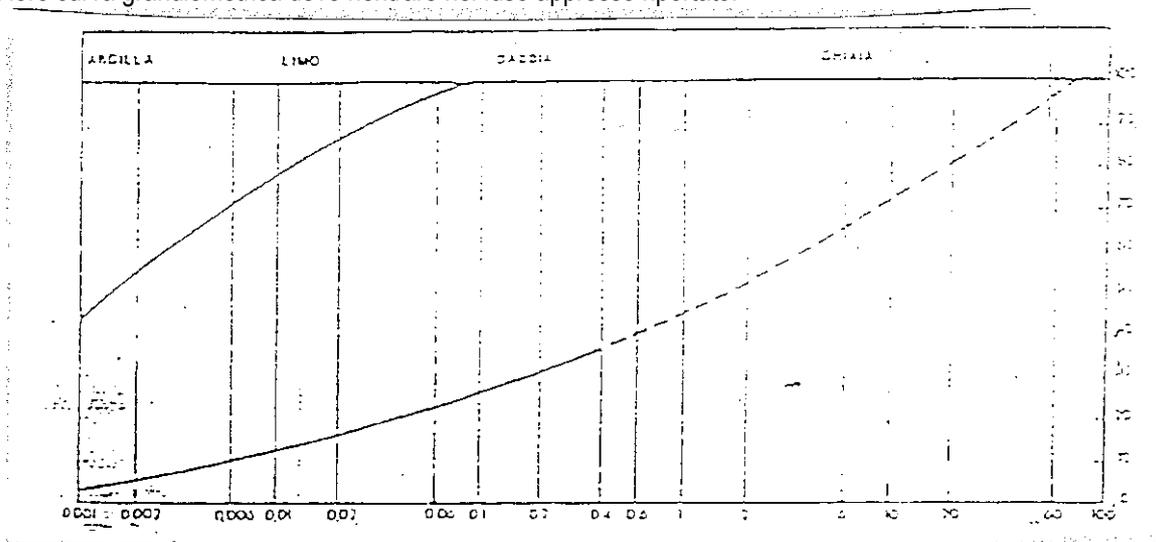
- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento

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

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15. Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



Il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm. Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%. Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D. L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che

percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori sarà definita di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto, approvata dalla DL, in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a:

A) Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm², (CNR 146 - 1992);

B) Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottotondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Rilevati

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

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a:

A) Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² (CNR 146 - 1992);

B) Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm².

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dal progetto.

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D. L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno. Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D. L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni. L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice. La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.
- Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

1.6.2.8 Rilevati con materiali riciclati da:

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

A) Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione UNI 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali. I materiali

dovranno superare i test di cessione ed essere compositivamente conformi alla Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio del 5 luglio 2005 n. 5205.

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del del Decreto Legislativo n° 152 del 03/04/2006 e successive modifiche ed integrazioni tranne che per i casi particolari indicati nel succitato decreto.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro caratterizzazione ed eventuale trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio che saranno dotati delle apposite autorizzazioni dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei. Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 % . Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del Decreto Legislativo n° 152 del 03/04/2006 e successive modifiche ed integrazioni, ed ai sensi del D.M. 05/02/1998, come modificato dal D.M. n° 186 del 05/04/2006.

Prove di pre-qualificazione del materiale:

- a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- b) prova di abrasione Los Angeles: sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A): sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$;

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale. Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

B) Rifiuti speciali industriali - scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione UNI 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno..

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 152 del 03/04/2006 e successive modifiche ed integrazioni ed a quelle del D.M. 05/02/1998, come modificato dal D.M. n°

186 del 05/04/2006 e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 181 del D.L. n° 152 del 03/04/2006, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'Impresa, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei .0 m, terre tradizionali.

Per tale materiale di recupero si applicano le prescrizioni di cui all'Appendice A della UNI EN 13285:2004 di seguito illustrate.

La composizione di miscele contenenti aggregati riciclati dovrebbe essere determinata mediante cernita visiva, utilizzando il metodo descritto in fase A.2..

Se si utilizza una delle descrizioni seguenti, la composizione dovrebbe conformarsi al relativo prospetto:

- aggregati di calcestruzzo miscelati frantumati (prospetto A.1);
- aggregati di muratura frantumati (prospetto A.2);
- aggregati miscelati frantumati (prospetto A.3);
- materiali per fondi stradali frantumati (prospetto A.4);
- cenere residua di inceneritore (prospetto A.5).

Nota 1: Le composizioni indicate nei prospetti riflettono la pratica stabilita in alcuni paesi e sono riportate come guida. Sono consentite altre miscele, incluse le miscele con un'alta proporzione di asfalto riciclato.

Nota 2: Quando i prospetti si riferiscono alla massa volumica, si intende la massa volumica delle particelle essiccate in forno, determinata in base alla EN 1097-6.

Prove – Dimensione Minima del Provino

La dimensione richiesta del provino dipende dal sopravaglio della miscela, come indicato di seguito:

- D < 32 mm 4.000g;
- D > 32 mm 10.000g.

Procedimento

Utilizzando il procedimento indicato nella EN 933-1, lavare il provino su uno staccio di 8mm. Non sovraccaricare lo staccio. Essiccare le particelle trattenute sullo staccio a massa costante e registrare la massa *M*. Vagliare visivamente le particelle lavate ed essiccate suddividendole come segue:

- aggregati rocciosi frantumati;
- aggregati di ghiaia;
- calcestruzzo e altre miscele legate con leganti idraulici;
- scorie (includendo il tipo, se conosciuto);
- mattoni, blocchi di muratura e calcestruzzo;
- muratura di silicato di calcio;
- aggregati leggeri;
- asfalto frantumato o recuperato;
- contaminati organici – legno, plastica, ecc.

Determinare la massa di ciascun gruppo m , ed esprimerla come percentuale, utilizzando la formula:

$100 \times m / M$. in percentuale in massa

prospetto A.1 **Aggregati di calcestruzzo miscelati frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m ³) e aggregati (incluse scorie)	≥90
Altro granulare	Muratura frantumata	≤10
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.2 **Aggregati di muratura frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Muratura frantumata (massa volumica > 1,6 Mg/m ³), calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m ³) e aggregati (incluse scorie)	≥80
Altro granulare	Granulare con massa volumica < 1,6 Mg/m ³	≤20
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.3 **Aggregati miscelati frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Calcestruzzo frantumato (massa volumica > 2,1 Mg/m ³) e aggregati (incluse scorie)	≥50
Altro granulare	Muratura frantumata	≤50
	Asfalto recuperato frantumato	≤5
	Granulare con massa volumica > 1,6 Mg/m ³	≤10
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.4 **Materiali per fondi stradali frantumati**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Materiali per pavimentazioni stradali - incluso calcestruzzo frantumato, aggregati non legati ed aggregati legati con leganti idraulici frantumati	≥90
	Asfalto recuperato frantumato	≤30
Contaminanti	Materiali coesivi (inclusa argilla)	≤1
	Materiali organici	≤0,1

prospetto A.5 **Cenere residua di inceneritore**

Componenti		Percentuale in massa
Principale	Granulare con base minerale, inclusi vetro, ceramica, scorie, ecc.	≥90
Altro	Ferro e altri metalli	≤5
Contaminanti	Materiale non incenerito	≤6
	Materiale organico	≤6
	Cenere volante di inceneritore	0

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente I) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività I coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm^2/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi < 80 μm , ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: Mesure du coefficient I de l'activité du latier granulé de heurt foréan - Dunoid - Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15%.

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm^2 sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale.

ALLEGATO -C-

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEGLI AGGREGATI RICICLATI

Allegato C1 CORPO DEI RILEVATI

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	< 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6 % in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 - 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 60%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>20
Dimensione massima D_{max}	UNI EN 933/1	= 125 mm
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all' All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H₂O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scevro di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C2 SOTTOFONDI STRADALI

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285:2004)	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	(UNI EN 1097/2)	≤ 45
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1(**)	= 100%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 60%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	> 3/2
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933/1(**)	≤ 15 %
Indice di forma (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/4)	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	(UNI EN 933/3)	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Al. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H₂O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm. La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C3 STRATI DI FONDAZIONE

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285)	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 5% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 5 % in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi o fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Passante al setaccio da 40 mm	UNI EN 933/1(*)	100%
Passante al setaccio da 20mm	UNI EN 933/1(*)	>61%; <79%
Passante al setaccio da 10mm	UNI EN 933/1(*)	>41%; <64%
Passante al setaccio da 4 mm	UNI EN 933/1(*)	>31%; <49%
Passante al setaccio da 2 mm	UNI EN 933/1(*)	>22%; <36%
Passante al setaccio da 1 mm	UNI EN 933/1(*)	>13%; <30%
Passante al setaccio da 0,5 mm	UNI EN 933/1(*)	>10%; <20%
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	≤ 10%
Rapporto tra il Passante al setaccio da 0,5 mm ed il Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1(*)	> 3/2
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	>30
Perdita in peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	UNI EN 1097/2	≤ 30
Indice di forma (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/4	≤ 40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm)	UNI EN 933/3	≤ 35
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 1: L'indice portante CBR della miscela, determinato in laboratorio (secondo la CNR UNI 10009 (prEN 13286/47)) su campioni costipati al 94% della massa volumica max AASHTO Mod. con umidità compresa entro il ± 2% del valore ottimo, dovrà avere, sia immediatamente dopo il costipamento, sia dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, un valore non inferiore a 30.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C4 RECUPERI AMBIENTALI, RIEMPIMENTI E COLMATE

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6 % in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 - 100%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H₂O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie, ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scervo di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Allegato C5

STRATI ACCESSORI AVENTI FUNZIONE ANTIGELO, ANTICAPILLARE, DRENANTE, ETC.

Possono essere costituiti da materiale riciclato se considerato idoneo allo scopo. Tale materiale deve rispettare le prescrizioni relative alla composizione valide per gli strati di sottofondo.

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo FN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm	> 80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 10% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 15% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nei sottofondi stradali ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso**, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,4 % in massa
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'Art. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998
<p>Nota (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.</p>		

1.7 Specifica di controllo qualità**1.7.1 Disposizioni generali**

La seguente specifica di CQ si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali, (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio dotato delle necessarie autorizzazioni ministeriali e/o da un laboratorio di cantiere preventivamente qualificato e approvato dall'A.S e dalla DL.

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

proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno, quando non specificato dalla normativa, una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

È onere dell'Impresa provvedere alla marcatura CE di prodotti o processi quando prevista dalle norme. L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 2, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme UNI 10006, e riportati nell'allegata Tabella 1.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 14.01.08
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 10006 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 10006 B.U.- C.N.R. n.69 B.U.- C.N.R. n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre	UNI 10006

	Grado di costipamento	B.U.- C.N.R. n.69
	Massa volumica in sito	B.U.- C.N.R. n.22
	Prova di carico su piastra	B.U.- C.N.R. n.146 A.XXVI
	CBR	CNR - UNI 10009
	Impiego della calce	B.U.- C.N.R. n.36 A VII

1.7.2 Prove di laboratorio

Accertamenti preventivi.

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

- analisi granulometrica ;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua ;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di
- passante al setaccio 0,4 UNI 2332 ;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) ;
- la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 2.

1.7.3 Prove di controllo in fase esecutiva

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni presso altro Laboratorio approvato da AS dotato delle previste autorizzazioni ministeriali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio di Direzione Lavori previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

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

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 2.

1.7.3.1 Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico

previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze previste per i singoli strati del rilevato e dovrà soddisfare alle specifiche previste per il suddetto materiale.

Tabella 1

Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose							Terre limo - argillose				Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				
Gruppo	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	7-6
Analisi granulometrica.												
Frazione passante al setaccio	≤ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
0,075 UNI 2332 %												

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose							Terre limo - argillose				Torbe e terre organiche palustri
	Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	—	—	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10max	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	(IP ≤ IL-30)	(IP > LL-30)	
Indice di gruppo	0	0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		

Prospetto I - Classificazione delle terre									
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente			Da scartare come sottofondo		
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media	Molto elevata		Media	Elevata	Media	

Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve		Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla				
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	Aspri al tatto - Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido				Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che comparirà comprimendo il campione fra le dita.										

Tabella 2

Frequenza delle prove

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZA TE	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m ³	successivi m ³
	primi 5000 m ³	successivi m ³	primi 5000 m ³	successivi m ³		
Classificazione UNI 10006	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in sito B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR n° 146	1000	10000	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato * Su prescrizione delle Direzione Lavori						

1.7.4 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/cemento

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

1.7.4.1 Prove di laboratorio

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

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1000 m³ di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità
- passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);
- Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:
 - Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m²)
 - CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m²)

1.7.4.2 Prove in sito

Le prove in sito saranno effettuate secondo quanto riportato Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m³);

Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m³).

1.7.4.3 Prove di controllo sul piano di posa

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m².

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.

1.7.5 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

1.7.5.1 Prove di laboratorio

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

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale da porre in opera.

1.7.5.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;
- Sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

1.7.6 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali – scorie

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed

alle quali si rimanda.

1.7.6.1 Prove di laboratorio

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

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica ;
- determinazione dell'attività;
- La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

1.7.6.2 Prove in sito

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- massa volumica della terra in sito;
- prova di carico con piastra circolare;
- sarà effettuata una prova ogni 500 m³ di materiale posto in opera.

1.7.7 Telo Geotessile “tessuto non tessuto”.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI EN 13249 – 13251 – 13256.

E di quelle riportate nella seguente tabella:

CAMPIONATURA CARATTERISTICA	RIFERIMENTO
Campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m ²	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986

Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	$\geq 300 \text{ g/m}^2$
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$> 19 \text{ kN}$
allungamento (UNI 8639)	$> 60\%$
lacerazione (UNI 8279/9)	$> 0,5 \text{ kN/m}$
punzonamento (UNI 8279/14)	$> 3,1 \text{ kN}$
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$> 0,8 \text{ cm/s}$
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$< 100 \mu\text{m}$

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Impresa dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati. Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

1.7.8 Controllo scavi

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti:

A) prove di laboratorio

Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;

- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica. La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ogni 500 m³ di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla D.L.

B) Prove in situ

Terre:

- si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce:

- si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.
- Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.
- Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Art. 2 Demolizioni e Rimozioni

I materiali di risulta provenienti da demolizioni o rimozioni dovranno essere gestiti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (DLgs 152/06).

2.1 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 e fuori terra, a qualsiasi altezza. Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- attrezzature da taglio;
- 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.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi. L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su strada in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In generale, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni. I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa, la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

2.2 Idrodemolizioni

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa. Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs. 81/08) alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

2.3 Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi o all'interno del corpo del rilevato stradale. La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto o in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massiciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina scavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

2.4 Rimozioni

Per rimozione s'intende:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- smontaggio completo di pensilina di stazione costituita da struttura portante in acciaio (travi, pilastri, ecc.), di qualsiasi sezione e dimensione, anche composta a traliccio, copertura, controsoffittatura, mantovane e converse in alluminio o acciaio, compreso lo smontaggio dell'orditura di fissaggio della copertura e della controsoffittatura, la rimozione dei semafori e delle plafoniere, lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc., il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili;
- rimozione del timpano metallico dell'esistente pensilina di stazione con i necessari adattamenti;
- rimozione di box o baracche prefabbricate in lamiera, compresa la demolizione degli ancoraggi ed opere accessorie tutte;
- rimozione di tettoia in lamiera, compresa la rimozione dei montanti;
- rimozione completa di tettoia costituita da pilastri-trave di acciaio e manto di copertura, comunque inclinato, in lastre

metalliche, compresa la rimozione dell'orditura di fissaggio;

- rimozione delle lastre di copertura in cemento con fibre di amianto (classificate rifiuto speciale non T/N, conferibile in discarica di seconda categoria tipo B e/o tipo A), previa bagnatura con soluzione fissativa atta ad evitare qualsiasi dispersione in aria e/o suolo delle fibre, mediante loro sollevamento dopo che tutti gli ancoraggi saranno stati tagliati con attrezzi manuali. Compreso il loro confezionamento a terra in bancali; l'imballo con nylon di adeguato spessore ed il posizionamento presso la zona di accumulo temporaneo all'interno del cantiere, nell'attesa di invio a discarica autorizzata di seconda categoria; la raccolta e l'imballo di tutto il materiale a perdere utilizzato nella zona di lavoro; la delimitazione del cantiere con idonea segnaletica a distanza di sicurezza in modo da consentire l'accesso all'area soltanto al personale autorizzato ed adeguatamente equipaggiato, oltre alle attrezzature di cantiere; la pulizia dell'area di cantiere e dei canali di gronda, utilizzando un aspiratore a filtro assoluto; il trasporto e lo smaltimento in discarica autorizzata;
- rimozione di serramenti di porte e finestre di qualsiasi tipo, l'asportazione di telai e controtelai.

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il trasporto del materiale di risulta a discarica ed il trasporto dei materiali di recupero, che restano di proprietà della Stazione appaltante, nei depositi che saranno indicati dalla Direzione Lavori.

Art. 3 Sistemi di drenaggio del corpo stradale

3.1 Campo di applicazione

Le presenti specifiche riguardano i dispositivi di drenaggio del corpo stradale, consistenti in:

- tubazioni;
- pozzetti e relativi dispositivi di chiusura e di coronamento;
- canali di drenaggio;
- canalette, mantellate, cordonate.

3.2 Tubazioni

3.2.1 Materiali

3.2.1.1 Generalità

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PEAD;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

3.2.1.2 Tubi in PVC-U

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

3.2.1.3 Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

3.2.1.4 Tubi in calcestruzzo non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

3.2.2 Posa in opera

3.2.2.1 Scarico ed accatastamento

Per il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovranno osservarsi le eventuali istruzioni del costruttore nonché i requisiti delle norme di prodotto pertinenti; dovranno comunque impiegarsi i mezzi e gli accorgimenti idonei ad evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere.

Tutti i materiali dovranno essere immagazzinati in maniera tale da conservarli integri e da evitare contaminazioni o degradazioni; per esempio i componenti elastomerici delle giunzioni dovranno essere tenuti puliti e protetti dall'esposizione a fonti di ozono (per esempio apparecchiature elettriche), alla luce solare ed a fonti di calore, nonché al contatto con oli o grassi.

L'accatastamento dovrà essere effettuato su supporti atti a mantenere i tubi sollevati dal suolo per evitare danni ai rivestimenti ed ai giunti, provvedendo a fissare i tubi per evitare che rotolino ed evitando altezze di impilamento eccessive in modo che i tubi inferiori non risultino sovraccaricati.

Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

3.2.2.2 Scavo

Le trincee dovranno essere scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta delle tubazioni, nel rispetto degli accorgimenti e dei dispositivi previsti nel piano di sicurezza.

Se per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, come nel caso di pozzetti, si dovrà prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni: ove non altrimenti specificato, essa dovrà essere di: 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

In presenza di altre tubazioni o costruzioni, si dovranno osservare misure di sicurezza adeguate al fine di proteggerle dal rischio di danneggiamenti.

La larghezza delle trincee non dovrà superare il valore massimo specificato in Progetto; qualora, all'atto dello scavo, ciò non risultasse possibile, il problema dovrà essere sottoposto al progettista.

La larghezza minima delle trincee dovrà essere quella stabilita nella norma UNI EN 1610.

Il materiale di risulta dello scavo, qualora dalla Direzione Lavori ritenuto idoneo ad essere reimpiegato per il rinfianco ed il rinterro, sarà depositato provvisoriamente ; in caso contrario sarà conferito a deposito.

3.2.2.3 Letto di posa

I collettori saranno posati sotto la corsia di emergenza ad una profondità non inferiore a 1 m dall'estradosso, avranno una rigidità anulare pari a SN 4 (4 kN/m²). Per gli attraversamenti della carreggiata deve essere previsto l'impiego di tubazioni con rigidità anulare pari a SN 16 (16 kN/m²). I collettori saranno rinfiancati da cls magro (C12/15 – min contenuto di cemento 150 kg/mc) e saranno posati su letto in magrone o su letto di sabbia vagliata.

3.2.2.4 Installazione

La posa dei tubi inizierà preferibilmente dall'estremità a valle con i bicchieri rivolti a monte.

In caso di lunghe interruzioni dei lavori, si provvederà a chiudere temporaneamente le estremità dei tubi; i tappi protettivi saranno rimossi solo immediatamente prima di eseguire le giunzioni; qualsiasi materiale rimasto nel tubo dovrà essere comunque rimosso.

Le parti della superficie del tubo che venissero a contatto con i materiali di giunzione dovranno essere prive di difetti, pulite e, se necessario, asciutte; i giunti scorrevoli dovranno essere lubrificati con i lubrificanti e secondo i metodi raccomandati

dal fabbricante.

Nei casi in cui i tubi non possano essere giuntati manualmente, dovranno impiegarsi adeguate attrezzature idrauliche o manuali di tiro ("tire-fort"), essendo tassativamente vietato il ricorso alla spinta con macchinari (escavatori, pale, dozer, ecc.) non espressamente previsti a questo scopo.

Nell'esecuzione delle giunzioni a bicchiere dovrà essere rispettata la distanza fra l'estremità della parte imboccata e la battuta del tubo successivo specificata dal fabbricante.

Le giunzioni dovranno essere eseguite applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti; a giunzione eseguita, l'allineamento dovrà essere controllato e, se necessario, corretto.

Laddove necessario, si devono prevedere per i bicchieri nicchie di dimensioni sufficienti per l'esecuzione del corretto accoppiamento e per impedire che il tubo poggi sul giunto; la nicchia per il bicchiere dovrà avere le dimensioni minime compatibili con il corretto montaggio del giunto.

I tagli dovranno essere eseguiti con gli utensili idonei, secondo le raccomandazioni del fabbricante del tubo ed in modo tale da garantire prestazioni adeguate dei giunti.

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

3.2.2.5 Rinfianco e rinterro

Si definisce come rinfianco il materiale posto superiormente al letto di posa e sino a 30 cm sopra il cervello della tubazione; si definisce come rinterro il materiale sovrastante il rinfianco e sino al p.c. (o immediatamente al di sotto di eventuali pavimentazioni).

I collettori saranno rinfiancati da cls magro (C12/15 – min contenuto di cemento 150 kg/mc) e saranno posati su letto in magrone o su letto di sabbia vagliata.

Di norma il materiale per il rinterro sarà quello di risulta degli scavi, opportunamente selezionato per eliminare eventuale materiale non idoneo (per dimensioni, forma, ecc..).

Il costipamento dovrà avvenire con attrezzature, numero di passaggi e spessore degli strati atti ad ottenere il grado di costipamento pari almeno al 95% della densità optimum di Proctor mod. (ove non altrimenti specificato in Progetto), tenendo conto delle caratteristiche del tubo da installare al fine di evitare di arrecare danni allo stesso.

Il costipamento previa saturazione di acqua del rinfianco è ammissibile – su autorizzazione della Direzione Lavori - soltanto in casi eccezionali ed in presenza di terreni incoerenti.

3.2.3 Controlli ed accettazione

3.2.3.1 Generalità

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione.

3.2.3.2 Marcatura e documentazione

Tutti gli elementi di tubazione dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1401, UNI 10968 e UNI EN 1916 rispettivamente per i tubi in PVC-U per fognature, per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

3.2.4 Controlli in cantiere

3.2.4.1 Livellette

A tubazione posata, prima dell'esecuzione del rinfianco, verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il rispetto delle livellette di Progetto.

In caso di un risultato negativo della verifica, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

3.2.4.2 Costipamento del rinterro

Il costipamento del rinterro sarà controllato mediante prove di densità disposte dalla Direzione Lavori nella misura di una ogni 100 m di tracciato, prima dell'esecuzione del rinterro.

Nel caso che i valori prescritti non siano rispettati, si procederà ad un ulteriore controllo su altrettanti punti; in caso di risultati nuovamente insoddisfacenti, la Direzione Lavori disporrà l'asportazione del materiale ed il rifacimento del rinfianco nelle zone non accettate.

3.2.4.3 Collaudo in opera

Il collaudo in opera delle tubazioni sarà effettuato secondo le disposizioni della Direzione Lavori in base ai metodi indicati nella UNI EN 1610 (ad acqua o – preferibilmente – ad aria).

Condizione per l'accettazione sarà il riscontro di valori delle perdite inferiori a quelli ammissibili stabiliti dalla UNI EN 1401-3 per i per i tubi in PVC-U per fognature e della UNI EN 1610 per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi inc.a.

In caso di valori superiori, la Direzione Lavori impartirà le disposizioni del caso per il ripristino della funzionalità della tratta (compreso il suo completo rifacimento) a carico dell'Appaltatore.

3.3 Pozzetti

3.3.1 Materiali

3.3.1.1 Generalità

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale sono:

- pozzetti prefabbricati in c.a.v.;
- pozzetti in PE strutturato.

3.3.1.2 Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 40 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

Essi dovranno inoltre essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucciolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

3.3.1.3 Pozzetti in PE strutturato

I pozzetti in polietilene strutturato saranno certificati dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici e conformi alle norme UNI EN 13598-1 e pr EN 13598-2 per quanto riguarda caratteristiche dei materiali costituenti e delle guarnizioni, caratteristiche generali, geometriche e meccaniche e requisiti prestazionali.

I pozzetti dovranno essere idonei a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

I pozzetti potranno essere con elemento di base stampato, costituiti da:

- elemento di base in PEMD stampato, predisposto per l'innesto delle tubazioni;
- elementi intermedi in PEAD strutturato;
- elemento terminale in PEMD, con eventuale riduzione.

ovvero ricavati da tubo in PEAD strutturato mediante saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura).

La giunzione tra i diversi elementi dei pozzetti con elemento di base stampato sarà realizzata per saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura) o guarnizione in gomma EPDM; pure in in gomma EPDM saranno gli innesti delle tubazioni afferenti al pozzetto.

3.3.2 Posa in opera

La posa in opera dei pozzetti avverrà previa preparazione del piano di posa mediante regolarizzazione, costipamento e realizzazione di un allettamento in calcestruzzo magro.

Il riempimento laterale verrà eseguito in cls magro.

3.3.3 Controlli ed accettazione

3.3.3.1 Generalità

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione.

3.3.3.2 Marcatura e documentazione

Ogni elemento di pozzetto o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1917 per i pozzetti in c.a.v. e UNI EN 13598-1 e prEN 13598-2, rispettivamente per quelli in PE strutturato.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

3.3.4 Controlli in cantiere

I controlli in cantiere (compreso il collaudo idraulico in opera) saranno effettuati contestualmente a quelli delle tubazioni.

3.4 Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti

3.4.1 Definizioni

Si definiscono:

- dispositivo di chiusura: parte del pozzetto di ispezione costituita da un telaio e da un coperchio e/o una griglia;
- dispositivo di coronamento: parte del pozzetto di raccolta costituita da un telaio e da una griglia e/o un coperchio;
- telaio: elemento fisso di un dispositivo di coronamento o di chiusura, destinato all'alloggiamento ed al sostegno di una griglia o di un coperchio;
- griglia: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che consente il deflusso dell'acqua nel pozzetto di raccolta;
- coperchio: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o di ispezione.

3.4.2 Materiali

I dispositivi di chiusura e di coronamento possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (non per le griglie);
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo (non per le griglie);
- calcestruzzo armato (non per le griglie).

Le caratteristiche di spessore e protezione dalla corrosione per l'acciaio laminato saranno quelle stabilite nella norma UNI EN 124.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 124. Le caratteristiche dimensionali (fessure e fori di aerazione, apertura di accesso, profondità di incastro, giochi tra le diverse parti, telaio) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione degli spigoli, sistemi di fissaggio, di sbloccaggio e di rimozione, tenuta) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

I dispositivi di chiusura dovranno garantire una classe UNI EN 124 D400 carrabile, dovranno essere posati su anello di ripartizione in calcestruzzo al fine di evitare in ogni caso che il carico stradale vada ad incidere direttamente sul torino del pozzetto e, quindi, di compromettere le giunzioni pozzetto-collettori.

3.4.3 Posa in opera

A pozzetto ultimato, il coronamento di questo sarà leggermente scarificato, in modo che la superficie ruvida così ottenuta favorisca l'adesione della malta cementizia che costituirà il letto di appoggio del telaio.

Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata.

Per la preparazione e la stesa della malta si osserveranno le istruzioni indicate dal fabbricante.

Lo spessore di malta sarà compreso tra 2 e 3 cm.

Qualora occorressero spessori maggiori, si dovrà ricorrere, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio con Rck 30 MPa opportunamente armato, oppure all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio prefabbricato; in nessun caso potranno essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, schegge o frammenti di mattoni.

Il telaio sarà posizionato planimetricamente in modo che la sua luce coincida con quella del pozzetto, ed altimetricamente in modo che la superficie superiore del dispositivo si trovi, a lavoro ultimato, alla quota della pavimentazione finita (tenuto conto degli eventuali inviti per i pozzetti esterni alle corsie di traffico).

Il fissaggio nella malta sarà eseguito senza sbavature sulla superficie di appoggio del coperchio nel telaio, e lasciando liberi almeno gli ultimi 3 cm superiori del bordo del telaio, per permettere la rifinitura a livello del manto stradale.

Nel caso che, in conseguenza di assestamenti sotto carico o di altre cause, si dovesse provvedere al ricollocamento in quota del telaio, quest'ultimo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita completamente asportati. Si procederà quindi al ricollocamento con le modalità precedentemente descritte.

Il chiusino non sarà transitabile per il tempo necessario alla maturazione dei materiali impiegati, in funzione della temperatura e dell'umidità ambientali.

Per altri aspetti di dettaglio si farà riferimento alle specifiche del fabbricante.

3.4.4 Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

3.4.5 Controlli in cantiere

A posa effettuata e prima dell'esecuzione della pavimentazione verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il corretto posizionamento del dispositivo in relazione alle quote di Progetto della pavimentazione finita.

A pavimentazione completata verrà eseguito un ulteriore controllo.

In caso di un risultato negativo delle verifiche, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

3.5 Canali di drenaggio

3.5.1 Definizioni

Si definisce canale di drenaggio un'entità lineare composta da unità prefabbricate che permette la raccolta e il trasporto di acqua superficiale per tutta la sua lunghezza per scarico in avanti.

3.5.2 Materiali

I canali di drenaggio, ad eccezione delle griglie e delle coperture, possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (solo se protetto contro la corrosione);
- acciaio inossidabile;
- calcestruzzo armato o non armato;
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo o calcestruzzo con resina sintetica con fibra;
- calcestruzzo con resina sintetica;
- calcestruzzo con fibra.

Le griglie e le coperture possono essere fabbricate con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (solo se protetto contro la corrosione);
- acciaio inossidabile;
- leghe a base di rame;
- calcestruzzo con resina sintetica;
- calcestruzzo con fibra.

La protezione contro la corrosione dell'acciaio laminato sarà conforme alle norme richiamate nella UNI EN 1433.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 1433.

Le caratteristiche dimensionali (sezioni, fessure ed altre aperture, profondità dell'inserimento di griglie e coperture) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione dei bordi, sistemi di fissaggio delle griglie e delle coperture, giunzioni, tenuta, trattamento superficiale, contenitori per i detriti) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 1433.

I canali di drenaggio dovranno garantire una classe UNI EN 1433 D400 carrabile.

I canali di drenaggio saranno rinfiancati da cls C25/30.

3.5.3 Posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire secondo le istruzioni allegata alla fornitura.

In particolare, per i canali di drenaggio richiedenti ulteriore supporto per sostenere i carichi di servizio (designate come "tipo M" nella UNI EN 1433) l'affiancamento dei diversi elementi, nonché le dimensioni, la classe di calcestruzzo e l'armatura del supporto dovranno essere conformi alle istruzioni del fabbricante.

3.5.4 Controlli ed accettazione

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1433.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

3.5.5 Controlli in cantiere

Successivamente al montaggio degli elementi ed alla loro giunzione, verrà effettuato il collaudo in sito per tratti di canale secondo le disposizioni della Direzione Lavori, chiudendo le estremità aperte e riempiendo il tratto di canale sotto prova sino al massimo livello all'estremo di valle.

Il collaudo si riterrà positivo se in un intervallo di tempo di 30 minuti non si verificheranno perdite in corrispondenza delle giunzioni o attraverso il corpo delle canalette.

3.6 Canalette, mantellate, cordonate

3.6.1 Materiali

Canalette, mantellate in lastre o a grigliato articolato, rivestimenti di fossi, cordonate, saranno costituiti da elementi prefabbricati in c.a.v., prodotti da aziende certificate UNI EN ISO 9001.

Gli elementi dovranno essere costituiti da calcestruzzo avente Rck non inferiore a 25 MPa.

Le superfici in vista degli elementi dovranno essere perfettamente lisce.

Le caratteristiche dimensionali per ciascuna tipologia saranno conformi ai disegni di Progetto.

3.6.2 Posa in opera

La posa in opera dovrà avvenire su piani opportunamente preparati, anche mediante costipamento, in modo da evitare successivi cedimenti.

Ove previsto si procederà alla stesa di malta di allettamento.

I giunti verranno accuratamente stuccati, previa abbondante bagnatura.

Per gli elementi di copertura di ampie superfici (mantellate in lastre) dovranno essere realizzati giunti di dilatazione (indicativamente ogni 4-5 m) da sigillare con mastice bituminoso.

Per gli elementi collocati lungo scarpate (ad es. canalette ad embrice) dovrà provvedersi all'ancoraggio mediante tondini

in ferro secondo i disegni di Progetto o come disposto dalla Direzione Lavori.

Per le mantellate a grigliato articolato, dopo il montaggio degli elementi si procederà al riempimento delle cavità con terra vegetale ed alla semina con miscuglio di erbe da prato perenni secondo le previsioni di Progetto.

Verrà posta ogni cura nella realizzazione degli allineamenti, e per gli elementi interferenti con la piattaforma stradale (imbocchi ad embrice, cordonature, ...) la precisa ubicazione in quota, in ragione del raccordo con la pavimentazione e della garanzia di un regolare deflusso delle acque.

3.6.3 Controlli ed accettazione

Per ogni partita di fornitura l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori i documenti e le certificazioni relativi alla qualificazione ed ai controlli di produzione del fabbricante, secondo le disposizioni del D.M. 14.1.2.

3.6.4 Controlli in cantiere

La Direzione Lavori controllerà, prima della posa in opera, i diversi elementi per accertarne la corrispondenza alle caratteristiche dimensionali previste in Progetto e la regolarità delle forme e dei giunti.

Successivamente alla posa in opera degli elementi la Direzione Lavori controllerà la corretta esecuzione degli allineamenti planimetrici, dell'ubicazione altimetrica e della realizzazione dei giunti, disponendo il rifacimento di quanto non conforme al Progetto.

Art. 4 Calcestruzzo

4.1 Norma di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le disposizioni di Legge e le Norme Tecniche emanate in materia vigenti alla data di predisposizione del progetto. Dalla fine del periodo transitorio di applicazione di nuove norme tecniche il General Contractor è tenuto all'applicazione, in via esclusiva di queste ultime e quindi alla revisione progettuale ove sussista non conformità alle disposizioni sopravvenute.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- della UNI EN 206-1 2014;
- della UNI 11104 2004;
- delle linee guida ministeriali del calcestruzzo preconfezionato;
- delle linee guida ministeriali per la messa in opera del calcestruzzo strutturale.

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe (sia di resistenza che di esposizione figura nelle tavole progettuali o nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza e durabilità non inferiore a quella richiesta dal progetto e dalle presenti norme tecniche.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver approvato le miscele e gli impianti.

La D.L. non potrà procedere all'approvazione senza aver ricevuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese le previste e le eventuali ulteriori prove di laboratorio.

In particolare gli impianti di confezionamento dovranno utilizzare aggregati, leganti e additivi provvisti di idonea marcatura mentre l'impianto stesso dovrà essere provvisto di **Certificazione del Controllo di Produzione in Fabbrica (FPC)**.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto. Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

I tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego, in via generale, sono definiti dal Progettista tenendo conto delle indicazioni riportate nella tabella all'art. 19.3.1.

4.2 Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

4.2.1 Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi marcati CE e che soddisfino i requisiti della UNI EN 197-1:2006 impiegati secondo quanto definito nel D.M. 14/01/08.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, l'Impresa dovrà adeguare il tipo di calcestruzzo.

In caso di getti massivi ai fini di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto saranno impiegati cementi a basso calore di idratazione.

In caso di impiego di calcestruzzi della classe di esposizione XA saranno impiegati cementi resistenti a solfati o alle acque dilavanti secondo la UNI 9156 o la UNI 9606.

Copia della documentazione relativa alle forniture di cemento dovrà essere conservata presso la DL e presso il fornitore. L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla D.L. un impegno, assunto dalla cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo richiesto presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la D.L. possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori

che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

I sili dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni elemento costruttivo.

Il Direttore dei Lavori è tenuto al controllo delle caratteristiche meccaniche e dei requisiti fisici e chimici del o dei cementi ogni 15 giorni di cemento approvvigionato o ogniqualvolta sorgano dubbi circa la qualità del materiale approvvigionato.

4.2.2 Aggiunte

Per le aggiunte di tipo I si farà riferimento alla norma UNI EN 12620.

Per le aggiunte di tipo II si farà riferimento alla UNI 11104 punto 4.2 e alla UNI EN 206-1 punto 5.1.6 e punto 5.2.5.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

4.2.3 Aggregati

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi alle Norme UNI EN 12620 e UNI 8520 e dovranno possedere marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura del General Contractor, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un laboratorio ufficiale/autorizzato, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dal General Contractor.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3 parte

18, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, le cui pezzature saranno denominate secondo quanto previsto nella UNI EN 12620.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

Le prove da effettuarsi per la qualifica degli aggregati e per il mantenimento della certificazione CE, sono definite nella norma UNI EN 12620, come da tabella di seguito riportata:

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Determinazione della resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1/07	Perdita di massa \leq 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	UNI EN 1097-2/08	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità degli inerti-Prova al solfato di magnesio	UNI EN 1367-2/10	Perdita di massa dopo 5 cicli \leq 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1/10	SO ₃ \leq 0,05%
Presenza di argille	Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8/00	ES \leq 80 VB \leq 0,6 cm ³ /gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3/04	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1/10	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento

Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattivi dell'aggregato: <ul style="list-style-type: none"> metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: <ul style="list-style-type: none"> metodo del prisma di malta 	UNI 8520 (parte 22)	<ul style="list-style-type: none"> UNI 8520 (parte 22 punto 4) UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN 1744-1/10	Cl \leq 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933- 3/04	Cf \geq 0,15 (Dmax = 32 mm) Cf \geq 0,12 (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà ogni 8000mc ogni cambiamento di materiali o di cava Comunque dovranno essere eseguite prove Con frequenza mensile.		

Le prove della tabella sopra riportata, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

La dimensione massima (Dmax) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

- minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;
- minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;
- minore dello spessore del copriferro

4.2.4 Granulometria degli inerti

Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche dei casseri, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera, in particolare il diametro massimo calcolato in sede progettuale dovrà essere inferiore allo spessore di copriferro, all'interferro diminuito di 5mm ed inferiore ad un quarto della sezione più piccola dell'elemento strutturale.

4.2.5 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con UNI EN 1008.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Se l'acqua proviene da pozzo le suddette analisi dovranno essere effettuate ogni 3 mesi.

4.2.6 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale/autorizzato che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti. (UNI EN 934 parti 1 e 2).

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norme UNI di riferimento per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

4.3 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 14/01/08).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito prima dell'inizio dei getti.

Tale studio dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- classe di resistenza caratteristica a compressione $C(f_{ck}/R_{ck})$,
- classe/i di esposizione ambientale,
- diametro massimo dell'aggregato,
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione, ove previsto dal progettista,
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco,
- ritiro idraulico, se richiesto da progettista,
- resistenza ai cicli gelo-disgelo, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela e se richiesto dal progettista,
- impermeabilità, se richiesta dal progettista.

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori la seguente documentazione:

1. certificazione FPC dell'impianto di betonaggio secondo quanto previsto nel DM 14/01/08;
2. studio di prequalifica dei conglomerati cementizi: il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio; (comprese le marcature CE dei singoli componenti);
3. marcatura CE di tutti i componenti del mix;
4. risultati delle prove di qualifica effettuate presso l'impianto in contraddittorio con la DL.

Le miscele verranno autorizzate solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti in primis la resistenza a compressione a 28 gg.

una volta approvate le miscele La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio qualora i risultati delle prove per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, soddisfino i criteri di accettazione contenuti nel DM 14/01/08.

Il numero minimo di campioni e le metodologie di prova saranno quelle stabilite dal DM 14/01/08, ferma restando la facoltà della DL di disporre eventuali prove aggiuntive che ritenesse necessarie.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206-1 ovvero la Norma UNI 11104, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo le Norme UNI EN 206-1 e UNI 11104.

4.4 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

4.4.1 Resistenza dei conglomerati cementizi: controlli di accettazione

Durante l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste nel DM 14/01/08.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali/autorizzati risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello atteso occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata sarà determinata la resistenza del calcestruzzo indurito secondo il DM 14-1-2008 L'opera sarà oggetto di non conformità e

sarà cura del CG determinare se le nuove caratteristiche meccaniche dell'opera la rendono compatibile con la funzione o se ne sarà necessaria la demolizione.

4.4.2 Controllo della lavorabilità

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350-2, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

In particolare saranno accettati calcestruzzi con lavorabilità pari a S4/S5, ovvero slump di riferimento 220 ± 30 mm.

Il valore dell'abbassamento al cono deve essere conforme alla classe di lavorabilità dichiarata con una tolleranza di ± 30 mm in accordo alla UNI EN 206-1.

La prova verrà effettuata prima dell'inizio scarico, a bocca di betoniera con una frequenza di un controllo ogni betoniera fornita.

4.4.3 Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto) ED UNI 6393.

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par.5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta giorno alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

4.4.4 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm. Il controllo dell'omogeneità dovrà essere effettuato in cantiere almeno 1 volta al mese.

4.4.5 Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

Il controllo sarà effettuato in concomitanza con il controllo della classe di consistenza.

4.4.6 Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento

Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e UNI EN 12390-7:2009.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

Il controllo sul tipo e classe di cemento sarà eseguito mediante analisi chimica effettuata presso Laboratori Ufficiali di campioni prelevati in corso d'opera o direttamente presso le centrali di betonaggio.

Tali controlli saranno eseguiti periodicamente in corso d'opera.

4.4.7 Controllo del peso di volume

Potrà essere richiesto secondo la uni EN 12390-7 in concomitanza con il controllo della classe di consistenza.

4.5 Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo-disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune in accordo con quanto stabilito nel DM 14/1/2008 par. 11.2.11, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

La D.L. potrà prescrivere l'effettuazione di prove per la determinazione del grado di impermeabilità del calcestruzzo.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

4.6 Tecnologia esecutiva delle opere

4.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori con i requisiti richiesti dal paragrafo 5.3 del presente documento.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati attraverso una sonda elettronica.

La dosatura effettiva degli aggregati totali dovrà essere realizzata con precisione del 3%.

La dosatura effettiva del cemento dovrà essere realizzata con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni tre mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati.

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da garantire un impasto omogeneo, ovvero tutte le prestazioni del calcestruzzo allo stato fresco richieste a capitolato.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79 la norma UNI EN 206-1 ed UNI 11104 e le Linee Guida del Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio, o altra caratteristica del calcestruzzo fresco non sia conforme ai dati dichiarati sul DDT, piuttosto che alle prescrizioni di capitolato, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa.

Tuttavia se la consistenza sarà minore di quella prescritta (minore slump), la consistenza del calcestruzzo nell'autobetoniera potrà su richiesta formale della D.L. essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi super-fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. e' vietata in ogni caso, l'aggiunta di acqua nelle autobetoniere in cantiere.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a

pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 273 K (0 °C), la temperatura dell'impasto, al momento del getto dovrà essere superiore a 278 K (5 °C) in accordo alla UNI EN 206-1.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura ambientale scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

4.6.2 Trasporto

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

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati in accordo alla UNI EN 206-1:

- 4.6.2.1 nome dell'impianto di confezionamento;
- 4.6.2.2 numero progressivo del documento;
- 4.6.2.3 data e ora di inizio carico;
- 4.6.2.4 numero ID (targa) dell'autobetoniera;
- 4.6.2.5 classe/i di esposizione;
- 4.6.2.6 classe di resistenza;
- 4.6.2.7 tipo, classe e dosaggio di cemento;
- 4.6.2.8 dimensione massima dell'aggregato;
- 4.6.2.9 la classe di consistenza;
- 4.6.2.10 i metri cubi trasportati;
- 4.6.2.11 l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- 4.6.2.12 uno spazio per indicare l'ora di arrivo;
- 4.6.2.13 l'ora di inizio scarico e fine scarico;
- 4.6.2.14 la struttura a cui è destinato;
- 4.6.2.15 report di carico;
- 4.6.2.16 riferimento alla FPC dell'impianto (codice e ente di certificazione);
- 4.6.2.17 codice della miscela prodotta;

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla DL.

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

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata in precedenza.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra inizio carico e fine scarico non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

4.6.3 Posa in opera

I getti saranno autorizzati dalla DL alla successivamente alla verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche.

I getti, in particolare quelli delle solette dei cavalcavia vanno sempre protetti durante la fase di stagionatura mettendo in opera tutti gli accorgimenti atti a mitigare le variazioni di umidità e temperatura.

La posa in opera sarà eseguita, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, ed aver pulito le casseforme da neve e ghiaccio e dagli sfridi di lavorazione e quant'altro, oltre ai cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

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

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

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

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

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

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

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

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

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

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

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

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- Malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

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

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. E' altresì vietato vibrare il calcestruzzo attraverso il contatto diretto con le armature e le casseforme.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formati, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

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

In particolare si potrà far riferimento a questa tabella per i tempi medi di vibrazione:

Classe di consistenza	durata immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
SCC	non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

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

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN 12390-7:2009 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

4.6.3.1 Tolleranze Geometriche

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

4.6.3.1.1 deviazione dalla posizione relativa: ± 10 mm;

4.6.3.1.2 deviazione dalla verticale: ± 5 mm in 3 ml, con un massimo di ± 15 mm.

L'Impresa Appaltatrice è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

4.6.3.2 Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita e bagnata a rifiuto fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che l'Impresa possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte dell' Impresa Appaltatrice.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

4.6.3.3 Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura ambiente risulta inferiore a 273 K (0 °C).

Valgono le prescrizioni in precedenza nella presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a (5 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Saranno messe in atto tutte le precauzioni per la corretta stagionatura del getto in particolare per favorire il raggiungimento del calore di idratazione tra cui l'uso di additivi acceleranti.

4.6.3.4 Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto per getti "massivi" e "non massivi" non dovrà superare i 303 K (29,9 °C).

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte tra cui posa di antievaporante e protezione con tessuti mantenuti umidi da idoneo impianto di irrigazione..

4.6.3.5 Getti massivi

Le strutture massive si intendono quelle relative ai plinti di spessore maggiore di 1,5 metri, alle fondazioni a platea di spessore superiore a 80 cm., ai muri di sostegno di spessore maggiore di 80 cm.

Le prescrizioni di capitolato finalizzate al rispetto dei requisiti di durabilità debbono essere integrate con quelle relative alla minimizzazione dei gradienti termici. Allo scopo suddette prescrizioni prevedono l'impiego di cementi a basso sviluppo di calore. A tal riguardo, il progettista può specificare lo sviluppo massimo del calore di idratazione o, in alternativa, la massima temperatura di innalzamento del calcestruzzo in condizioni adiabatiche.

4.6.4 Stagionatura e disarmo

4.6.4.1 Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

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

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

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656: tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a

spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra oppure in alternativa è consentita la bagnatura costante dell'estradosso della superficie gettata.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate. Per ammaloramenti più modesti la Direzione Lavori valuterà caso per caso gli opportuni interventi da intraprendere, sentito il parere del progettista, a cura dell'Impresa per rimuovere l'anomalia riscontrata.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

4.6.4.2 Disarmo

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 14/01/08. Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

4.6.4.3 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliciche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

4.6.4.4 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

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

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

Art. 5 Casseforme e centinatura

5.1 Casseforme, armature di sostegno centinature e attrezzature di costruzione

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

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle

disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

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

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

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

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

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

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

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati in precedenza.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Art. 6 Ripristini

Per i ripristini delle strutture in c.a. e c.a.p. si applicheranno i criteri definiti dalla UNI 1504.

Art. 7 Sistemi protettivi per strutture in conglomerato cementizio

7.1 Sistemi protettivi filmogeni

7.1.1 Generalità

L'applicazione di sistemi filmogeni è la tecnica che si utilizza per proteggere l'elemento strutturale dall'aggressione di agenti aggressivi esterni quando attraverso le indagini si è accertata una delle seguenti situazioni:

- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, ancorché le indagini abbiano rivelato la presenza di uno spessore di calcestruzzo carbonatato, purché inferiore al copriferro;
- la struttura risulta ancora in buone condizioni e senza degrado superficiale, anche se le indagini hanno rilevato che sono iniziati fenomeni di corrosione nelle armature.

L'applicazione di sistemi protettivi filmogeni viene utilizzata anche quando si realizzano interventi di ripristino localizzati sia per equilibrare i potenziali elettrochimici delle armature, che per migliorare l'aspetto estetico. Si deve infatti evitare che parti di armatura avvolte da conglomerato di qualità diversa da punto a punto, vengano nuovamente a trovarsi in condizioni tali da generare nuove pile e reinnescare il processo di corrosione.

L'applicazione di sistemi protettivi ha scopo di impedire o ritardare l'insorgere dei fenomeni che possono portare alla fessurazione, allo sgretolamento, al dilavamento, al rigonfiamento, alla delaminazione od al distacco di parti di calcestruzzo.

Il sistema protettivo deve essere capace di costituire uno schermo verso l'ambiente impedendo da un lato la penetrazione degli aggressivi, dall'altro quella dell'acqua e dell'ossigeno, che contribuiscono alle reazioni che causano il degrado delle strutture.

7.1.2 Definizione e scelta dei sistemi protettivi

La scelta dei sistemi protettivi filmogeni deve essere effettuata in funzione del tipo di struttura, dell'elemento da proteggere ed in funzione del grado di aggressione a cui è sottoposto, il Progetto indicherà il sistema da adottare, in accordo con le specifiche delle presenti Norme.

Nei paragrafi seguenti sono individuati i requisiti, le caratteristiche e le prestazioni, con le relative fasi esecutive e di controllo del sistema protettivo prescelto.

7.1.2.1 Protezione di ponti, viadotti e cavalcavia

- Di tipo PP - sistema protettivo elastico a base poliuretanica (ciclo alifatico) applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevatissimo grado di protezione. Costituito da un primer

epossipoliammidico con spessore di 50 μm e da una finitura a base di elastomeri poliuretanic alifatici applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

Con 200 μm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO₂, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 μm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO₂, acqua liquida, cloruri;
 - la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
 - una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 μm ;
- Di tipo PA - sistema protettivo elastico a base acrilica in acqua, applicabile a rullo o con airless su qualsiasi tipo di elemento strutturale dove sia richiesto un elevato grado di protezione ma non indicato su elementi strutturali a contatto permanente con acqua, è particolarmente utilizzato per la protezione di superfici in ambiente chiuso in quanto non contiene solventi mentre è sconsigliata l'applicazione in periodo invernale in quanto le basse temperature ne rallentano l'indurimento. Costituito da un primer acrilico in acqua con spessore di 50 μm e finitura acrilica in acqua applicata in due differenti spessori in funzione del grado di protezione desiderata:

Con 200 μm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO₂, acqua liquida, cloruri;
- la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;

Con 300 μm di spessore si ottiene:

- la protezione contro l'ingresso di CO₂, acqua liquida, cloruri;
 - la resistenza ai raggi UV, ai cicli di gelo e disgelo anche in presenza di sali disgelanti;
 - una Crack bridging ability relativa a cavillature già presenti sul supporto di apertura < 300 μm ;
- Di tipo PM - protettivo rigido monocomponente a base di metacrilati applicabile a rullo o con airless utilizzabile ove sia richiesto un buon grado di protezione senza alcun performance di Crack bridging ability. Costituito da un primer a base di metacrilati con spessore di 50 μm e finitura a base di metacrilati applicata in spessore di 100 μm ;

7.2 Requisiti e metodi di prova

Come viene riportato nella norma UNI EN 1504/2 la protezione pellicolare filmogena di strutture in c.a. consente di:

- proteggere dall'ingresso dell'aggressivo;
- incrementare la resistività elettrica mediante limitazione del tenore di umidità.

Affinché il sistema protettivo possa assolvere a tali funzioni deve essere caratterizzato dai seguenti requisiti:

- Capacità di barriera: è la capacità del sistema protettivo di isolare il calcestruzzo dagli aggressivi presenti nell'ambiente, si riferisce principalmente all'acqua liquida, agli ioni cloruro, all'anidride carbonica, ed all'ossigeno, che partecipano attivamente ai processi di corrosione; nei riguardi di queste sostanze la pellicola di protettivo deve naturalmente risultare il più possibile resistente.
- Resistenza ai raggi ultravioletti: indica la capacità del protettivo a non virare di colore e ad invecchiare all'esposizione

dei raggi UV;

- Permeabilità al vapore d'acqua: la pellicola, sulle strutture aeree (fuori terra) dovrà risultare il più permeabile possibile al vapor d'acqua proveniente dall'interno della struttura; in caso contrario con il variare della temperatura possono generarsi pressioni di vapore all'interfaccia pellicola/calcestruzzo, capaci di causarne il distacco;
- Aderenza: è la capacità del sistema protettivo di aderire nel tempo al supporto, ruolo fondamentale in tal senso svolge il primer quale promotore di adesione tra il supporto cementizio ed il rivestimento protettivo. Tali primer sono formulati di resina in forma liquida, monocomponenti oppure bicomponenti (base + induritore) e si applicano a rullo oppure mediante apparecchiatura a spruzzo di tipo airless per spessori di circa 50 µm.
- Crack bridging ability: è la capacità di mantenere integra la pellicola attraverso cavillature (< 300 µm) già esistenti nel conglomerato, che normalmente variano di apertura con le variazioni termiche e con il ritiro.
- Resistenza all'abrasione: indica la capacità di resistere all'usura sotto l'azione di azioni abrasive quali pedonabilità, traffico, contatto con acqua in movimento contenete solidi più o meno grossi.

Nella tabella sono indicati i principali requisiti ed i corrispondenti metodi di prova mediante i quali è possibile la caratterizzazione prestazionale dei sistemi protettivi filmogeni.

REQUISITI E METODI DI PROVA	PROTETTIVI DI TIPO			
	PP	PA	PM	PE
Adesione al calcestruzzo	UNI EN 1542			
Permeabilità al vapor d'acqua	UNI EN ISO 7783/1 UNI EN ISO 7783/2			
Permeabilità alla CO2	UNI EN 1062/6			
Crack bridging ability	EN 1062/7		----	
Resistenza al gelo-disgelo con sali disgelanti	UNI EN 13687/1			
Permeabilità all'acqua (assorbimento capillare)	UNI EN 1062/3			
Invecchiamento artificiale (2000 ore UV e umidità relativa)	UNI EN 1062/11			
Resistenza all'abrasione	-----		UNI EN ISO 5470/1	

7.3 Accettazione e specifiche prestazionali dei sistemi protettivi

Prima che i sistemi protettivi proposti dall'Appaltatore siano impiegati, la Direzione Lavori dovrà verificare che siano tra quelli omologati all'uso da parte del Committente, in base a prove dirette od a seguito dell'esame di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione tecnica per la qualifica dei materiali che intende impiegare, dimostrando la piena rispondenza ai requisiti ed alle prestazioni richieste (dichiarazione rilasciata dal Produttore).

La Direzione Lavori in tempo utile rispetto al programma lavori esprimerà il suo parere, potendo comunque prescrivere

l'esecuzione di prove su campioni di materiali prelevati in contraddittorio. Saranno altresì richieste, con le stesse modalità, verifiche su campioni di materiale di normale fornitura e dichiarazioni che attestino le prestazioni specifiche delle partite di materiale, che sono consegnate di volta in volta dalle Società Produttrici.

Le Società Produttrici devono possedere certificazione di qualità ai sensi della normativa UNI EN ISO 9001 e possedere un manuale della Qualità.

La Direzione Lavori su indicazione del Committente, potrà richiedere che il Produttore fornisca, congiuntamente al materiale, una dichiarazione che attesti le prestazioni specifiche della partita di materiale che viene consegnato di volta in volta.

Prestazioni dei sistemi protettivi

REQUISITI	PROTETTIVI DI TIPO			
	PM	PA	PP	PE
Adesione al calcestruzzo	> 3 MPa	> 2 MPa	> 3 MPa	> 3 MPa
Permeabilità al vapor d'acqua:				
- coefficiente di diffusione al vapore	≤ 32.000	≤ 1.000	≤ 6.000	≤ 60.000
- spessore di aria equivalente	Sd < 3,2 m (sp.100 μ m)	Sd < 0,3 m (sp.300 μ m)	Sd < 1,8 m (sp.300 μ m)	Sd < 36 m (sp.600 μ m)
Permeabilità alla CO ₂				
- coefficiente di diffusione alla CO ₂	$\geq 1.000.000$	≥ 700.000	$\geq 1.300.000$	$\geq 1.500.000$
- spessore di aria equivalente	Sd > 100 m (sp.100 μ m)	Sd > 140 m (sp.200 μ m)	Sd > 260 m (sp.200 μ m)	Sd > 600 m (sp.400 μ m)
Crack bridging ability ²	-----	100 μ m	100 μ m	-----
Resistenza al gelo-disgelo con sali disgelanti				
- aderenza al calcestruzzo per trazione diretta dopo i cicli	> 3 MPa	> 2 MPa	> 3 MPa	> 3 MPa
Permeabilità all'acqua ³ (assorbimento capillare)	< 0,08 kg/m ² h-0,5	< 0,1 kg/m ² h-0,5	< 0,005 kg/m ² h-0,5	< 0,005 kg/m ² h-0,5
Invecchiamento artificiale	Nessun degrado	Nessun degrado	Nessun degrado	Schiarimen. colore
Resistenza all'abrasione	Perdita in peso < 500 mg	-----		Perdita in peso < 500 mg

² Spessore del protettivo 300 μ m

³ Si ritiene che se l'assorbimento capillare risulta essere < 0,01 kg·m⁻²·h^{-0,5} non vi sia alcuna diffusione dello ione Cloro

7.4 Preparazione del supporto e modalità d'applicazione del sistema protettivo

La preparazione del calcestruzzo di supporto dovrà essere eseguita mediante sabbiatura sia per eliminare dalla superficie eventuali contaminanti, disarmanti e/o particelle in fase di distacco, che per aumentare l'aderenza del protettivo grazie ad

una microruvidità superficiale, seguita da pulizia con aria compressa immediatamente prima della applicazione.

Qualora il supporto presenti vespai od altre imperfezioni superficiali si dovrà provvedere al risanamento mediante rasatura con malte di tipo MR1.

Quando il supporto presenta veri e propri degradi, ammaloramenti profondi, si dovrà asportare il calcestruzzo degradato e/o contaminato e provvedere al risanamento con malte o betoncini cementizi premiscelati ad espansione contrastata in aria. Quando il sistema protettivo viene applicato sul materiale di ripristino la superficie può non essere sabbiata.

Pulizia della superficie

Tutte le superfici su cui verrà applicato il protettivo dovranno essere pulite mediante aria compressa o lavaggio a caduta. La Direzione Lavori si riserva comunque di approvare i risultati ottenuti dalla preparazione del supporto. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali del rivestimento protettivo in opera.

Applicazione del sistema protettivo (primer + finitura)

La temperatura di applicazione sia per i primers che per le finiture dovranno essere quelle riportate sulle schede tecniche dei prodotti prescelti.

E' comunque vietata l'applicazione a temperatura inferiore a +5°C.

Al momento dell'applicazione del primer la superficie del supporto dovrà essere asciutta.

I primers e le finiture potranno essere applicate sia con airless che con rullo.

Il tempo intercorrente tra l'applicazione di strati successivi dovrà essere conforme a quanto riportato sulle schede tecniche del prodotto.

L'applicazione della finitura dovrà avvenire preferibilmente a spruzzo mediante airless; è consentita l'applicazione a pennello od a rullo solo nel caso di protezione di superfici d'estensione limitata.

Lo spessore del sistema protettivo indicato nel Progetto si intende sempre come spessore di film secco, ossia a rivestimento indurito.

Il prodotto non deve provocare inconvenienti d'alcun genere agli applicatori che comunque durante la miscelazione e l'applicazione dovranno indossare guanti, occhiali ed idonei indumenti di lavoro.

In particolare il prodotto non deve contenere idrocarburi clorurati, metanolo, benzene ed altre sostanze d'analogia o maggiore tossicità.

7.5 Prove, controllo delle prestazioni e degli spessori

La Direzione Lavori prima dell'inizio delle lavorazioni dovrà verificare attentamente che i macchinari utilizzati per sabbiatura del calcestruzzo, per la pulizia del supporto e per l'applicazione dei sistemi protettivi siano idonei ad ottenere quanto richiesto dalla Norma Tecnica generale e dal Progetto in particolare.

Tali verifiche dovranno essere fatte anche in corso d'opera per verificare che tutte le fasi esecutive siano realizzate come descritto nel paragrafo 23.4, nel Progetto specifico e come riportato sulle schede tecniche dei prodotti utilizzati.

In corso d'opera le prove potranno essere ripetute con la frequenza richiesta dalla Direzione Lavori su indicazione del

Lo spessore di film umido, corrispondente allo spessore di film secco previsto in Progetto, si ottiene moltiplicando lo spessore di film secco per 100 e dividendo per il valore dei solidi in volume del prodotto da applicare (derivato dalla scheda tecnica del prodotto), il valore ottenuto verrà arrotondato alla decina

Committente, ed inoltre la stessa Direzione Lavori effettuerà controlli dello spessore sul film umido⁴ della singola mano applicata con le seguenti modalità:

- misura dello spessore mediante "pettine" d'ideale graduazione secondo le specifiche della ASTM D 4414 (o ASTM D 1212);
- per superfici globali da proteggere inferiori a 2000 m² almeno una serie di 20 misure;
- per superfici globali da proteggere superiori a 2000 m² almeno una serie di 40 misure;
- la serie di misure sarà, se possibile, omogeneamente distribuita sulla superficie da verificare ed il suo valore medio non dovrà essere minore di quello di Progetto.

Nel caso risulti un valore medio inferiore allo spessore di Progetto, l'Appaltatore, a sua cura e spese, provvederà ad integrare lo spessore mancante mettendo in atto tutti gli accorgimenti necessari per la buona riuscita dell'integrazione.

Art. 8 Acciaio di armatura per c.a. e c.a.p.

8.1 Generalità

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 ed al DM 14/01/08

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$) tipo B450A;
- elementi presagomati con acciaio qualificato all'origine.

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14/01/2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato, che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

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

Per gli opportuni controlli da parte della DL, il General Contractor dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Per l'acciaio controllato in stabilimento, il General Contractor dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla DL di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Tutte le forniture di acciaio proveniente dalla fonderia o da rivenditore dovranno essere accompagnate dall' "Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto nel D.M. citato.

Le modalità e le frequenze di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 14/01/08.

Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico del General Contractor.

In caso di armature presagomate e/o saldate il Direttore dei Lavori verifica preliminarmente il possesso dei requisiti di cui al §11.3.1.7 del D.M. 14/01/08. In particolare verifica l'esistenza:

- della dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dell'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. all'attestazione di cui sopra seguiranno certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

8.2 Acciaio ad aderenza migliorata – B450A, B450C: controllo di accettazione

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Il Direttore dei Lavori deve eseguire i controlli di accettazione sull' acciaio da c.a., prima della messa in opera del lotto di spedizione e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Il campionamento consiste, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, per ogni classe di diametri, in 3 spezzoni marcati di uno stesso diametro scelto all'interno di un gruppo di

diametri di produzione omogenea, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I campioni prelevati dalla DL o dal Direttore di Stabilimento vanno inviati a laboratori Ufficiali ai sensi DM 380Se le barre sono presagomate, il Direttore dei Lavori dopo aver verificato l' Attestazione del Servizio Tecnico Centrale per il Centro di Trasformazione dell'acciaio per C.A., può recarsi presso il Centro di trasformazione ed effettuare i controlli di accettazione. In tal caso i prelievi vengono effettuati dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori.

In ognuno dei casi il Direttore dei Lavori deve assicurare mediante sigle, etichettature, ecc. che i campioni inviati al laboratorio siano quelli da lui prelevati e sottoscrivere la richiesta. La richiesta deve indicare anche la struttura interessata dal prelievo.

Il Direttore dei Lavori acquisisce i certificati del laboratorio di prova e verifica che i valori di resistenza e allungamento di ciascun campione siano compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella 11.3.VI del D.M. sopra citato.

I certificati del laboratorio di prova devono contenere almeno le seguenti indicazioni:

1. identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
2. una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
3. l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
4. il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
5. la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
6. la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
7. 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;
8. le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
9. i valori delle grandezze misurate 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 prova. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare tra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale di prelievo controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel DM 14/01/08. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale

verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla DL, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato.

8.3 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata

Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al DM 14/01/08, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste.

Dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà secondo le indicazioni del D.M. 14/01/08.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al punto precedente.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

8.4 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo B450A, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 6 e 12 mm. con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/01/08.

Per il controllo di accettazione si richiama quanto previsto nel DM 14/01/08. E a quanto riportato nei precedenti punti

8.4.1 Posa in opera di armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/08 emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm o da manicotti, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

L' Impresa Appaltatrice non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

8.4.2 Giunzioni di barre da c.a.

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente. Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dell'Impresa, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

8.4.3 Manicotti filettati per armature ordinarie (verfica progettista)

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale piastrina di fissaggio del manicotto alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di snervamento $\geq 550\text{N/mm}^2$

- tensione di rottura $\geq 750\text{N/mm}^2$

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdadi.

Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

8.4.4 Acciaio per c.a.p.

8.4.4.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al DM 14/01/08.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della D.L. di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico del CG

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale/Autorizzato dalla AS

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel DM 14/01/08.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

8.4.4.2 Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto nei precedenti punti ed a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

8.4.4.3 Ancoraggi della armatura di precompressione

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

8.4.4.4 Posa in opera della armatura di precompressione

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa Appaltatrice dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti fissati in punti ad interasse non superiore a 60cm.

L'Impresa Appaltatrice non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

8.4.4.5 Tolleranze

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali.

In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a ± 2 cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a ± 5 cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali.

La tolleranza ammessa sul copriferro non potrà eccedere i 0,5cm.

8.4.4.6 Iniezione nei cavi di precompressione

Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 - 6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Tutte le operazioni di cui sopra dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 con DM 14/01/08).

Art. 9 Pali di fondazione

9.1 Classificazione

a) *Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, si identificano le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati);
- Pali trivellati;
- Pali trivellati ad elica continui;

b) *Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo si identificano le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

9.2 Definizioni

a) Pali infissi

a.1) Pali infissi gettati in opera

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato;
- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

a.2) Pali infissi prefabbricati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica;
- pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (querchia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in opera si farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

b) Pali trivellati

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

c) Pali trivellati ad elica continua

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

d) Micropali

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ($d \leq 250$ mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;

- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

9.3 Normative di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative:

- DM 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

9.4 Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

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

9.5 Tipologie esecutive

9.5.1 Micropali

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

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla D.L.

E' facoltà della D.L. far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla D.L., solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la condizione $c_u \geq wH/3$ dove w = peso di volume totale.

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

9.5.1.1 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- 9.5.1.1.1 la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5%, salvo diverse indicazioni della DL;
- 9.5.1.1.2 la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- 9.5.1.1.3 la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- 9.5.1.1.4 il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- 9.5.1.1.5 quota testa micropalo: ± 5 cm;
- 9.5.1.1.6 lunghezza: ± 15 cm.

9.5.1.2 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 D.L. dell'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

9.5.1.3 Armatura-Generalità

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

9.5.1.4 Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio S275 - S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche. Le giunzioni

tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

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

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

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

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

9.5.1.5 Malte e miscele cementizie

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

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

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

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

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a: $R_{ck} \geq 25$ Mpa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento: $a/c \leq 0.5$

La composizione della miscela cementizia dovrà essere conforme con quanto indicato dal progettista negli elaborati progettuali.

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m^3 di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua : 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: $10 \div 20$ kg, con un peso specifico pari a circa a 1.8 kg/dm^3 .

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolamento dei componenti atto a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m^3 di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento: 600 kg

- additivi : 5 ÷ 10 kg
- inerti: 1100 ÷ 1300 kg

9.5.2 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

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

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

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

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

9.5.2.1 Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto. Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto indicato nel presente capitolo.

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

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rimbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento

e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione : ≈ 100 bar
- portata max : ≈ 2 m³/ora
- n. max pistonate/minuto : ≈ 60

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

9.6 Prove di carico

9.6.1 Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- 9.6.1.1 accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- 9.6.1.2 verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- 9.6.1.3 valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno. Si definiscono:
 - 9.6.1.4 prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
- 9.6.1.5 prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della

palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es}).

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

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

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

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500.

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

9.6.2 Prove di carico su micropali

9.6.2.1 Prove di carico assiale

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

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

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

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,

- ☐3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- ☐4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- ☐5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- ☐il numero intero più prossimo al valore $5 + n/500$, se il numero n di pali è superiore a 500.

Il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su

9.6.2.2 Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche riportate nel presente Capitolato.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito nel presente Capitolato

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di ≈ 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

9.6.2.3 Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova, dal Progettista della stessa.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di " n " ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere l'azione di progetto utilizzata

perle verifiche SLE.b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$ (applicazione del carico)
- $t = 2'$
- $t = 4'$
- $t = 8'$
- $t = 15'$

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

b) Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$): $s \leq 0.025$ mm.

c) Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità $1/3$ dell'azione di progetto utilizzata perle verifiche SLE_s
- b) Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c) Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità $2/3 P_{es}$
- e) Lettura dei cedimenti come in "b"
- f) Scarico come in "c"
- g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a P_{es}
- h) Lettura dei cedimenti come in "b"
- i) Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$

3° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}) 1,5 e 2,5 volte l'azione di progetto utilizzata perle verifiche SLE..

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico P_{prova} , quando è $< P_{lim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0$, $t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$. Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} , e conseguentemente si interromperà la prova, allorché misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

$$- s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$$

$$- s(P_{lim}) \geq 0.2 d + s_{el}$$

ove: d = diametro del micropalo

s_{el} = cedimento elastico del micropalo

9.6.2.4 Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate nel presente Capitolato.

9.6.3 Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;

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

9.6.3.1 Prove geofisiche

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

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

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

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

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

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

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

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

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \leq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.
Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

9.6.3.2 Carotaggio continuo meccanico

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

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm. Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

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

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

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

9.6.3.3 Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Specifiche di controllo

9.6.4 Generalità

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

9.6.5 Micropali

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati nel presente Capitolato e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

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

- 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.

L'accettazione delle armature verrà effettuata

- Verificando la correttezza e la completezza della documentazione fornita
- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.
- Effettuando i prelievi dei materiali in conformità al DM 14/01/08

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel presente Capitolato

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico assoluto del cemento e 2.65 g/cm^3 quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

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

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);

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

Art. 10 Carpenteria metallica

10.1 Normativa di riferimento

- D. M. 14/1/2008 – Nuove Norme tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1090

10.2 Documentazione

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati" ai sensi del DM 14/1/2008; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

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

- tipi e qualità degli acciai impiegati;
- tipi e qualità dei bulloni impiegati;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature;
- 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 dovranno 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.

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

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

Gli oneri suddetti sono a carico dell'Impresa.

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature alla consulenza di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal DM 14/1/2008 e tenendo conto delle raccomandazioni fornite dall'Ente di consulenza o dalle prescrizioni indicate nelle presenti Norme Tecniche.

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

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

L'Impresa è tenuta ad accompagnare ogni fornitura con:

- copia dei certificati di collaudo degli acciai secondo EN 10204;
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi del DM 14/1/2008, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e indicando gli estremi dell'ultimo certificato del Laboratorio Ufficiale.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto. Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

10.3 Materiali impiegati

Verranno impiegati acciai da carpenteria marcati CE secondo UNI EN 10025, delle tipologie indicate in progetto.

La bulloneria avrà le seguenti caratteristiche:

10.3.1 Bulloni per unioni ad attrito

- 10.3.1.1 Sistema HV secondo UNI EN 14399-1;
- 10.3.1.2 Classe di controllo K1 secondo UNI EN 14399-1;
- 10.3.1.3 Viti classe 10.9 secondo UNI EN 14399-4;
- 10.3.1.4 Dadi classe 10 secondo UNI 14399-4;
- 10.3.1.5 Rosette in acciaio classe H secondo UNI EN 14399-6;

Art. 11 Giunti di dilatazione su opere d'arte

Il presente Capitolato Speciale riguarda i giunti di dilatazione di superficie, utilizzabili per impalcati di opere d'arte stradali ed stradali. I giunti in oggetto possono essere destinati ad opere di nuova costruzione o alla sostituzione di giunti di opere esistenti.

11.1 Riferimenti normativi

UNI EN 1337-1 Appoggi strutturali – Regole generali di Progetto

UNI EN 1337-3 Appoggi strutturali – Appoggi elastomerici

Legge n.1086 5 Novembre 1971, e relativo D.M. in vigore: “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

Istruzioni CNR UNI 10011 “Costruzioni d'acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione”

Decreto Ministeriale 04.05.90: “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”.

Ordinanza Ministeriale n.3274 20 Marzo 2003, e Successive Modifiche e Integrazioni: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”

Decreto Ministeriale del 14/01/08 “Norme Tecniche per le Costruzioni”

Circolare 02-02-2009 n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008

11.2 Tipologie di giunti

I giunti di impiego ordinario e di produzione corrente si distinguono in:

- **Giunti in acciaio**, generalmente costituiti da profilati in acciaio contrapposti, ancorati alla struttura con zanche e getti integrativi di malte o betoncini. Sono completati da un profilo flessibile in elastomero (incollato o vulcanizzato agli elementi metallici), inserito nel varco del giunto, per garantirne la impermeabilizzazione. Tale tipologia è anche comunemente utilizzata per realizzare giunti sottopavimentazione (la pavimentazione ricopre totalmente il giunto ed è continua sopra di esso).
- **Giunti in elastomero armato**, costituiti da elementi deformabili in gomma vulcanizzati a profili metallici di armatura e di ancoraggio, conglobati nella gomma. Il giunto è completato da masselli di raccordo in malta tra gli elementi del giunto e la pavimentazione, da una scossalina per la raccolta delle acque di superficie e da un sistema per il drenaggio delle

acque di sottopavimentazione. Gli elementi costituenti il giunto hanno sagomatura e dimensioni variabili a seconda della escursioni richieste. Grazie alla deformabilità degli elementi in gomma, il giunto si adatta anche all'assorbimento di limitati scorrimenti trasversali e verticali (sbalzi di impalcati).

- **Giunti a pettine**, ottenuti mediante la contrapposizione di due elementi metallici (acciaio o alluminio in genere) aventi configurazione a pettine tra loro complementare. Tali elementi garantiscono, grazie alla reciproca compenetrazione, la continuità del piano viabile in presenza di escursioni longitudinali. Lo schema statico può essere di doppio appoggio, quando l'elemento a pettine poggia su entrambe le testate o a mensola, quando esso è fissato a sbalzo su di una sola testata.

A meno di accorgimenti particolari, tale tipo di giunto consente scorrimenti laterali limitatissimi (particolare attenzione va posta nell'accoppiamento con gli apparecchi d'appoggio, si raccomanda in particolare l'accoppiamento ad appoggi mobili unidirezionali con direzione delle guide parallela a quella dei denti del giunto).

- **Giunti a piastra metallica**, composti da due o più piastre in acciaio che scorrono le une sulle altre garantendo l'escursione richiesta e la continuità del piano viabile. E' una tipologia di giunto adatta a medie e grandi escursioni.
- **Giunti modulari**, costituiti da una serie di profili metallici disposti in senso trasversale e collegati da idonei profili in gomma che, con la loro deformabilità, assicurano lo sviluppo delle escursioni richieste. La continuità del piano viabile è assicurata direttamente dagli elementi metallici e in gomma o da una piastra ponte metallica collegata rigidamente a una testata e contrastata sul lato opposto dagli elementi modulari deformabili. Oltre a permettere notevoli escursioni longitudinali, questo tipo di giunto può essere reso idoneo all'assorbimento di scorrimenti trasversali.
- **Giunti tampone**, sono giunti costituiti da un getto in situ di un composto bituminoso flessibile (in grado cioè di assorbire spostamenti), che assicura anche la continuità del piano stradale. Il sostegno del tampone è garantito da una sottile lamina di acciaio posta a cavallo del varco strutturale, mentre la tenuta idraulica è assicurata da un sistema di drenaggio sottopavimentazione e da un elemento elastico inserito nel varco. I giunti tampone sono oggetto di una trattazione specifica nell'Appendice A del presente articolo.

11.3 Materiali

11.3.1 Acciaio da costruzione

Le caratteristiche degli acciai da costruzione impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10025.

Gli acciai impiegati in elementi soggetti a verifica strutturale dovranno avere i seguenti requisiti minimi di resilienza:

Prova di resilienza secondo UNI EN 10045 : a $-20\text{ °C} \geq 27\text{ J}$

Gli elementi in acciaio vulcanizzati a elementi in gomma e che non presentino saldature sono esclusi dalla suddetta prescrizione.

Tutte le superfici in acciaio non a contatto con il calcestruzzo devono essere protette dalla corrosione, compresa una striscia di 30 mm della parte a contatto col calcestruzzo.

Non necessitano protezioni anticorrosive gli elementi d'acciaio interamente ricoperti da gomma per uno spessore non inferiore a 2 mm e quelli inossidabili, CORTEN o similari.

Per la definizione del sistema di protezione anticorrosiva, l'Appaltatore dovrà documentare:

- la preparazione della superficie;
- il tipo di rivestimento della superficie;
- la procedura per il trattamento di danneggiamenti locali nella protezione anticorrosiva.

La documentazione deve essere controfirmata dal Produttore di materie prime o componenti che costituiscono l'appoggio.

11.3.2 Acciaio inossidabile

Le caratteristiche degli acciai inossidabili impiegati per la realizzazione dei giunti dovranno essere in accordo alla UNI EN 10088.

11.3.2.1 Superfici di scorrimento e scossaline

Per le superfici di scorrimento in accoppiamento con parti in PTFE è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile tipo X5 Cr NiMo 1712 (UNI EN 10088-2).

La scossalina principale di tenuta trasversale sarà preferibilmente realizzata in gomma (vedi paragrafi successivi), materiale che garantisce una maggiore impermeabilizzazione e una migliore lavorabilità rispetto all'acciaio. Se realizzata in lamiera di acciaio inossidabile, dovrà essere in X5 Cr Ni 1810 (UNI EN 10088-2), di almeno 0,6 mm di spessore (valori superiori per giunti di grande escursione).

11.3.2.2 Ancoraggi e bulloneria

Per i tirafondi e la bulloneria in genere sarà impiegato acciaio inossidabile tipo X5 CrNiMo 1712 secondo UNI EN 10088-2.

11.3.3 Leghe di alluminio

Per tutte le leghe di alluminio dovranno essere indicate le normative di riferimento. Per la lega di alluminio impiegata nella realizzazione di elementi esposti al traffico dovrà essere prodotta una lista di referenze in impieghi analoghi che ne attesti l'idoneità e la validità nel tempo.

Le caratteristiche minime, salvo migliori prestazioni richieste dal progettista, dovranno risultare le seguenti (UNI EN 10002):

- 1) Carico unitario di rottura a trazione : ≥ 215 MPa
- 2) Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità : ≥ 175 MPa
- 3) Allungamento : 1,5%
- 4) Durezza Brinell : 70

11.3.4 Gomma

Le caratteristiche della gomma dovranno essere conformi alle UNI EN 1337.

La scossalina principale di tenuta trasversale, se realizzata in gomma, dovrà essere in uno dei seguenti materiali e spessori minimi, salvo richieste da parte del progettista di migliori caratteristiche:

- guaina in gomma policloroprenica di almeno 2 mm di spessore;

- guaina in Hypalon di almeno 1,2 mm di spessore;
- guaine in doppio strato di hypalon-gomma policloroprenica rispettivamente di spessore 1 e 2 mm per complessivi 3 mm.

11.3.5 Malte, betoncini e resine

Malta cementizia, premiscelata, colabile, con ritentore d'umidità liquido, ad elevatissima duttilità, contenente fibre sintetiche per ridurre gli effetti negativi del ritiro plastico e fibrorinforzata con fibre metalliche rigide (acciaio) per conferire duttilità, con le caratteristiche indicate nelle malte per ripristini di tipo MC3, salvo migliori disposizioni progettuali.

Betoncino cementizio, colabile, ad elevatissima duttilità, ottenuto aggiungendo aggregati selezionati alla malta descritta in precedenza, con le caratteristiche indicate nei betoncini per ripristini di tipo B3, salvo migliori disposizioni progettuali.

Malta di resina per spessoramenti con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

Resistenza a compressione ASTM D695: > 55 MPa a 7gg di stagionatura.

Modulo elastico ASTM D695: 7000 MPa a 7gg di stagionatura.

Resistenza a trazione per flessione ASTM D790: > 25 MPa a 7gg di stagionatura

Resistenza a trazione diretta ASTM D638: > 8 MPa a 7gg di stagionatura

Modulo elastico a trazione diretta ASTM D638: 9500 MPa a 7gg di stagionatura

Sigillante di natura polisolfurica con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 0,5 MPa.

Allungamento a rottura - UNI EN 12311: 250%.

Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla.

Resistenza in nebbia salina - ASTM R 117: 650 h.

Durezza: 25 ShA.

Pasta di resina con funzione di adesivo con le seguenti caratteristiche, salvo migliori disposizioni progettuali:

Resistenza a compressione: 90 MPa.

Resistenza a flessotrazione: 50 MPa.

Adesione al metallo - ASTM D 1002: 10 MPa.

Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls).

Ritiro lineare - ASTM D 2556: inferiore a 0,0013 cm/cm.

Modulo elastico secante a compressione - UNI 6556: 6 GPa.

Gel time - ASTM D 2471: 5°C=150 min; 20 °C=45 min.

Malta di resina con funzione impermeabilizzante-sigillante con le seguenti caratteristiche salvo migliori disposizioni progettuali:

1) Resistenza a trazione - UNI EN 12311: 3 MPa

2) Durezza 80 ShA

3) Deformazione residua a trazione - UNI EN 12311: < 15%

4) Permeabilità all'acqua - UNI EN 1928: nulla

5) Adesione al calcestruzzo - UNI 8298-1: 3 MPa (rottura del supporto in cls)

11.4 Requisiti funzionali

11.4.1 Generalità

Il giunto deve portare il carico veicolare e consentire gli spostamenti longitudinali e le rotazioni delle parti contrapposte senza opporre significativa resistenza. Eventuali spostamenti trasversali (ponti in curva, ponti obliqui, etc.) dovranno essere esplicitamente tenuti in conto e dichiarati dal Progettista. In corrispondenza del giunto, devono essere impediti spostamenti verticali discontinui a livello del piano viabile, che possono pregiudicare la sicurezza del traffico e la durabilità del giunto stesso. Il giunto deve assolvere la funzione di proteggere adeguatamente il bordo della pavimentazione, deve garantire adeguate caratteristiche di regolarità di percorrenza e di aderenza e non costituire azzardo per qualsiasi categoria di utenza stradale. Il giunto non dovrà generare elevati livelli di rumorosità e di vibrazioni sotto traffico.

11.4.2 Impermeabilità

L'impermeabilizzazione del giunto è di fondamentale importanza, tenendo conto che la perdita di impermeabilità è la causa più comune di deterioramento del giunto e di danni alle strutture sottostanti, con i costi diretti e indiretti che ne conseguono. Il giunto deve essere impermeabile a tutte le acque di superficie del piano viabile; se è previsto il passaggio di acqua attraverso il giunto, questa deve essere raccolta nel varco strutturale al di sotto di esso da opportuni dispositivi (scossaline, gronde, canalette, etc.), allontanata dalle strutture adiacenti e scaricata nel sistema di drenaggio dell'impalcato.

Dovrà anche essere previsto un sistema di raccolta delle acque di sottopavimentazione, che, se accumulate in prossimità del giunto, possono esercitare, sotto l'azione della pressione veicolare, sollecitazioni anomale sul giunto e sulle sue parti (sigillature). Il sistema dovrà essere collegato senza soluzione di continuità al sistema di impermeabilizzazione della soletta. Lo scarico delle acque di sottopavimentazione assume importanza critica in presenza di pavimentazioni drenanti fonoassorbenti.

I dispositivi previsti non devono interferire con le strutture principali dell'opera e devono consentire agevolmente le operazioni di ispezione e manutenzione.

11.5 Posa in opera

11.5.1 Piani e vani di posa

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori un mese prima di iniziare le lavorazioni i disegni dei giunti e delle relative procedure di montaggio in opera, riferiti ad una posizione di apertura media.

Su tali elaborati dovranno essere riportate le tolleranze di fabbricazione secondo normativa UNI EN 22768 e le tolleranze relative alle operazioni di posa in opera. Tali indicazioni dovranno in ogni caso riguardare i seguenti punti:

- planarità dei piani di posa degli elementi costituenti il giunto;
- complanarità dei due piani di posa degli elementi contrapposti del giunto;
- dimensioni del varco riferite a temperatura media;
- posizione ed interassi degli ancoraggi.

Tali elaborati dovranno essere controfirmati dal Fornitore in qualità di progettista e costruttore dell'appoggio e saranno ritenuti idonei previa accettazione da parte della Direzione Lavori. Eventuali variazioni di quanto riportato nei suddetti disegni, dovranno essere concordate con la Direzione Lavori.

Nel caso di installazione di giunti su opere nuove, la posa in opera (da effettuare generalmente dopo la stesa della pavimentazione), sarà realizzata secondo le seguenti fasi esecutive:

1. Taglio della pavimentazione per l'intero suo spessore lungo le linee delimitanti la fascia da asportare.
2. Demolizione della pavimentazione e dell'eventuale strato di impermeabilizzazione.
3. Asportazione di eventuali strutture di giunto provvisorio.
4. Ravvivatura dell'estradosso soletta mediante fresatura, sabbiatura o bocciardatura.
5. Eventuale getto di malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati, opportunamente armati, collegati alla testata, per portare in quota il piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.
6. Posizionamento del giunto, da effettuare con appositi apparecchi di livellazione in funzione delle quote della pavimentazione adiacente. La differenza di quota tra il piano della pavimentazione ed il piano del giunto sarà compresa tra +5 mm e 0 mm.
7. Eventuale pre-regolazione, da eseguire a cura di tecnici qualificati e con specifiche attrezzature, secondo le caratteristiche del giunto, nonché della stagione e delle caratteristiche dell'opera.
8. Completamento del massetto di raccordo tra giunto e pavimentazione.

Nel caso di manutenzioni, ripristini e adeguamenti, alle operazioni precedentemente descritte sono da aggiungere le seguenti fasi (dopo la fase 2):

- eventuale asportazione del giunto esistente ammalorato.
- eventuale ripristino della testata di soletta con malta e/o betoncino cementizi reoplastici, a ritiro compensato, fibrorinforzati, predosati opportunamente armati, collegati alla testata, secondo il tipo di degrado riscontrato; tale ripristino avverrà, previa verifica di funzionalità delle armature esistenti e loro eventuale integrazione, con un unico getto sino alla quota del piano di appoggio dell'apparecchio di giunto.

11.5.2 Preregolazione

La prerregolazione del giunto sarà effettuata in accordo ai dati forniti dalla Direzione Lavori, con comunicazione scritta da inviare prima dell'inizio dei lavori. La prerregolazione dovrà tener conto dell'apertura strutturale esistente, della funzionalità del giunto precedentemente approvato e della capacità di movimento degli apparecchi di appoggio.

11.5.3 Raccordi con la pavimentazione, i cordoli e le barriere

Il raccordo con la pavimentazione, salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà di larghezza minima di 100 mm se eseguito con betoncino e di 50 mm se eseguito con altro prodotto specifico (asfalto colato, resina a basso modulo elastico, ecc.) con caratteristiche indicate dall'Appaltatore e accettate dalla Direzione Lavori.

I raccordi con i cordoli e le barriere saranno realizzati in funzione delle escursioni del giunto:

- per i giunti di escursione ≤ 50 mm:

guarnizione elastica inserita nell'apertura strutturale eseguita con materiale conforme a quanto specificato in

precedenza (gomma).

- per giunti di escursione > di 50 mm:

coprigiunti metallici solidali ad un impalcato e scorrevoli sull'altro realizzati con materiali conformi a quanto specificato in precedenza (acciai), protetti dalla corrosione conformemente a quanto specificato nel relativo paragrafo.

11.6 Prove e controlli

11.6.1 Generalità

L'Appaltatore dovrà ottemperare a quanto previsto nella circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16/05/96 e successivi aggiornamenti.

L'accettazione delle partite avverrà tramite prove a carico delle Imprese esecutrici eseguite nel laboratorio della Società. Qualora la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute. I materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spesa della stessa Appaltatore. L'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dalla responsabilità circa la buona riuscita delle opere.

11.6.2 Prova funzionale del giunto

La prova va eseguita su di un prototipo di giunto in scala reale per una larghezza:

- $\geq 3,75$ m per giunti con appoggi discontinui;
- $\geq 1,0$ m e comunque coinvolgente almeno n. 2 ancoraggi per parte, per giunti con appoggio continuo.

Le prove consisteranno in:

- n. 10 cicli sperimentali con rilevazione della caratteristica forza-spostamento alle massime escursioni di esercizio;
- n. 3 cicli sperimentali come sopra alle massime escursioni sismiche.

11.6.3 Prove di carico

La prova statica va effettuata su di un elemento significativo del giunto e consisterà in:

n. 1 prova statica con carico pari a $100 \times 1,4 \times 1,3 = 182$ kN applicato ad un'impronta di $0,30 \times 0,30$ m disposto sull'elemento di giunto alla massima apertura e nella posizione più sfavorevole.

Durante la prova si misurerà la freccia del giunto che dovrà risultare minore o uguale al valore teorico. Al termine della prova il giunto non dovrà presentare danneggiamenti.

11.6.4 Prova a fatica

È richiesta per quei tipi di giunto nei quali le parti soggette a verifica strutturale sono realizzate in elementi metallici.

La prova si effettua su di un elemento di giunto.

Il carico applicato deve variare da zero al carico massimo come più sotto definito con frequenza non superiore a 4 Hz per 2.000.000 di cicli.

Il carico massimo applicato deve essere pari a quello definito nel Progetto incrementato del coefficiente dinamico (100 kN x 1,4) su di un'impronta di $0,30 \times 0,30$ m.

Al termine della prova il giunto non deve presentare danneggiamenti.

11.6.5 Prova di adesione al cls

a) eseguita in laboratorio

La prova di adesione si farà su travetti 70•70•280 mm a forma di cuneo con una faccia inclinata di 20°, in calcestruzzo dosato in ragione di 450 kg di cemento per metro cubo d'impasto e stagionato per 28 giorni.

La faccia sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco che sarà utilizzata durante la messa in opera.

Si procederà infine al completamento del travetto mediante colaggio della malta di ripristino.

Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori.

La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata di 20°.

b) eseguita in opera

La verifica di ottenimento dell'adesione in opera si otterrà con il controllo al martello in contraddittorio con l'Appaltatore.

Qualora risultassero superfici risonanti a vuoto l'Appaltatore dovrà intervenire, a sua cura e spese, nei modi ritenuti dalla Direzione Lavori più opportuni, per eliminare tali difetti.

Nel caso non fosse possibile ristabilire la continuità con la soletta sottostante l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese alla demolizione e al ripristino del giunto risultato non idoneo.

11.6.6 Prova di sfilamento tirafondi

La prova di sfilamento dei tirafondi deve essere eseguita con un tirafondo M16 realizzato in materiale analogo a quello utilizzato per il fissaggio dei giunti, ancorato per 110 mm in calcestruzzo Rck \geq 50 MPa.

Il carico di sfilamento deve essere applicato assialmente al tirafondo con opportune attrezzature che annullino eventuali componenti deviate (snodi).

11.6.7 Prove di protezione anticorrosiva

Il sistema di protezione anticorrosiva definito, deve essere qualificato tramite le seguenti prove:

- prova in nebbia salina (720 h 5% cloruro di sodio) UNI EN ISO 9227 - ISO 4628/2/3/4/5;
- misurazione dello spessore minimo del film secco ISO 2808;
- prova di adesione ISO 2409 prima e dopo prova in nebbia salina;
- prova d'urto UNI EN ISO 6272.

I criteri di accettabilità sono riportati nella Tabella seguente:

PROVA	NORMA	CRITERI DI ACCETTABILITÀ
Nebbia salina	UNI 9227 EN ISO	Assenza di bolle ISO 4628/2 Assenza di ruggine ISO 4628/3 Assenza di distacco-Ri:1 ISO 4628/4 Assenza di sfaldatura ISO 4628/5
Spessore minimo del film secco	ISO 2808	Come specificato dal produttore della vernice
Adesione	ISO 2409	0 o 1
Urto	UNI 6272	Nessun danno visibile con una massa di 1 kg ed un'altezza di caduta di 100 mm

EN ISO

11.6.8 Controllo delle materie prime e componenti

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la documentazione atta a dimostrare che le materie prime ed i componenti utilizzati per la costruzione dei giunti da parte dei Produttori siano stati prodotti in base ad un sistema di controllo di qualità. Tutte le materie prime ed i componenti devono essere identificati in modo da poter correlare in ogni momento la documentazione di controllo agli stessi. La rintracciabilità deve essere garantita durante tutto il processo di fabbricazione ed installazione dei giunti.

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Produttore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controllo di materie prime e componenti			
Tipo di controllo	Materiale o componente	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte del Produttore e/o della Direzione Lavori	Acciaio strutturale	UNI EN ISO 377 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni colata
	Acciaio inossidabile		Ogni colata
	Gomma	UNI EN 1337-3	Ogni 1,5 m ³ di mescola prodotta
	Lega di alluminio	UNI EN 10002	Ogni colata
	Prodotti compon enti betoncini e resine	malte, UNI EN 12390-1 UNI EN 12390-3 UNI EN 12390-5 Scheda tecnica del Produttore	Come previsto dal Produttore
Rapporto di prova di laboratorio di parte terza 1)	Acciaio strutturale	UNI EN ISO 377 UNI 552 UNI EN 10025	Ogni 12 mesi
	Acciaio inossidabile		Ogni 12 mesi
	Gomma	UNI EN 1337	Ogni 12 mesi
	Prodotti componenti malte, betoncini e resine	Tutti i controlli previsti al punto 27.3.5 delle presenti Norme	Ogni 12 mesi

1) Nota: da eseguire solo nel caso in cui il materiale non provenga regolarmente da produttori operanti con sistema di controllo della qualità certificato.

11.6.9 Controlli in corso di montaggio

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli in corso di montaggio				
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Caratteristiche da controllare	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Appaltatore e del Fornitore	Fenditura strutturale	Apertura	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
	Nicchie di alloggiamento	Dimensioni	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Malte, betoncini e resine	Resistenza a compressione	UNI EN 12390-1 UNI EN 12390-3	ogni lotto di fornitura non superiore a 100 m di giunto e per ogni tipo di malta, betoncino o resina
	Tirafondi	Coppia di serraggio	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni tirafondo
		Lunghezza di inghisaggio	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	Ogni giunto
	Giunto	Preregolazione	Dati forniti dalla Direzione Lavori	Ogni giunto
		Temperatura alla posa	Dati di Progetto	Ogni giunto
		Tolleranza di posa in opera	Cap. 27.5.3 delle presenti Norme	Ogni giunto
	Note: <p>La frequenza di prova potrà essere ridotta al 10% dei tirafondi solo se sarà utilizzata sistematicamente un'ideale attrezzatura semiautomatica e assicurati costantemente il corretto serraggio dei tirafondi (avvitatori elettrici o pneumatici regolabili o chiave dinamometrica). Nel caso che al controllo della Direzione Lavori il corretto serraggio dei tirafondi non sia accettabile nella percentuale compresa tra il 20% e il 50%, sarà esteso il controllo al 20% dei tirafondi; nel caso in cui al controllo della Direzione Lavori, il corretto serraggio non è accettabile nella percentuale compresa tra il 50% e il 100%, sarà eseguito il controllo su tutti i tirafondi.</p>			

11.6.10 Controlli sui prodotti finiti

I controlli devono essere effettuati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore e il Fornitore, secondo la tabella seguente:

Tabella - Controlli sui prodotti finiti			
Tipo di controllo	Soggetto del controllo	Controllo in accordo con	Frequenza
Controllo da parte della Direzione Lavori, dell'Appaltatore e del Fornitore	Dimensioni	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello qualitativo L.Q.A. 4%
	Durezza (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore UNI 4916	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%
	Protezione anticorrosiva (ove applicabile)	Disegni forniti dall'Appaltatore controfirmati dal Fornitore	In accordo a quanto definito dal Piano di Campionamento doppio, livello I qualitativo L.Q.A. 4%

11.6.11 Controllo dell'inquinamento acustico sui giunti

Per verificare le caratteristiche acustiche dei giunti la Direzione Lavori prescriverà l'esecuzione di una prova finalizzata a misurare l'incremento di rumore dovuto al passaggio del veicolo sul giunto.

Il rumore è sia quello prodotto verso l'alto rispetto al piano viabile, sia quello prodotto verso il basso, sotto l'intradosso dell'impalcato.

La prova dovrà essere effettuata al fine di:

- omologare preventivamente i giunti;
- verificare la corrispondenza dei giunti installati rispetto a quanto originariamente omologato;
- collaudare il giunto in situ;
- verificare nel tempo il mantenimento delle proprietà acustiche.

La prova andrà effettuata su strada sul giunto installato o anche, se necessario, al di sotto del viadotto.

La velocità del vento durante le misurazioni dovrà essere inferiore a 2 m/s.

La strumentazione di misura dovrà essere conforme a quanto prescritto per i fonometri di classe 1 della norma IEC 651 ovvero CEI 29-1.

Se si utilizzano fonometri integratori si dovrà fare riferimento alle norme IEC 831; per i filtri in banda di ottava o terzi di ottava si farà riferimento alla IEC 225.

Le misure di rumore andranno effettuate utilizzando la ponderazione A e la costante di tempo slow.
La sorgente di rumore sarà costituita da un automobile che transita sul giunto con velocità di 100 km/h.

La prova andrà poi ripetuta utilizzando come sorgente di rumore un veicolo pesante definito dalla Direzione Lavori a velocità di 70 km/h.

Per tale prova il microfono ricevitore sarà posto in corrispondenza del giunto ad 1,5 m di altezza dal piano viabile ed un altro microfono sarà posto a 50 m dopo il giunto, entrambi a 4 m di distanza dall'asse del veicolo.

La prova andrà eseguita con due microfoni in modo sequenziale, ciascuna per un intervallo di tempo di 2 s relativo al passaggio del veicolo davanti al microfono stesso.

Le rilevazioni andranno effettuate con queste modalità in tratti di strada adiacenti in presenza ed in assenza di giunto ottenendo così i valori dell'incremento di rumore dovuto al giunto come differenza fra le varie letture strumentali.

Ciascuna delle prove previste:

- a) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo leggero;
- b) in assenza ed in presenza di giunto con veicolo pesante;

andrà ripetuta almeno 3 volte e il risultato sarà dato dal valore medio dei valori rilevati nei tre passaggi.

Il confronto tra il rumore misurato in presenza del giunto rispetto a quello misurato in assenza del giunto sarà rilevato con il SEL (Sound Exposure Level) espresso in dB (A).

11.7 Piano di assicurazione qualità

Il piano di assicurazione di qualità (PAQ) comprende la descrizione del processo di produzione ed installazione dei giunti e la precisazione di tutti i controlli eseguiti per assicurare in modo soddisfacente la rispondenza dei giunti al presente Capitolato Speciale.

L'Appaltatore deve consegnare il PAQ, controfirmato dal Fornitore per la parte di sua competenza, alla Direzione Lavori, unitamente al Progetto esecutivo dei giunti, prima dell'inizio della produzione degli stessi.

11.8 Manutenzione dei dispositivi

Ogni giunto di dilatazione, o se sufficiente ogni tipologia, dovrà essere dotato di un manuale di manutenzione fornito dall'Appaltatore e controfirmato dal Fornitore, in cui sono indicati modalità, tempistica e frequenza degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguirsi sul dispositivo.

In tale manuale dovranno essere riportate anche le procedure da attuare nel caso che si rendessero necessari interventi di manutenzione straordinaria.

Art. 12 Impermeabilizzazione di opere d'arte

12.1 Norme Generali

Tutti i materiali per impermeabilizzazione dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione. Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, assenti da oli, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, di prodotti disarmanti, di preesistenti impermeabilizzazioni.

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione dell'impermeabilizzazione si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne ecc.; il convogliamento delle acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti; non si dovranno in nessun modo danneggiare le attrezzature di smaltimento preesistenti e/o ricostruite.

Le riprese di lavoro dovranno essere ridotte al minimo, salvo le esigenze particolari; in ogni caso dovrà essere assicurata una perfetta adesione tra vecchia e nuova membrana.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato). Dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Le strutture sovrastanti gli strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi. Eventuali perdite che si manifestassero sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Appaltatore a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni dei materiali che intende adottare per essere sottoposti alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Potranno essere prelevati anche tasselli già posti in opera su cui effettuare le prove di laboratorio su zone scelte a caso. Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche richieste, i materiali saranno rifiutati e l'Appaltatore dovrà allontanarli a sua cura e spese.

12.2 Manto con cappa di mastice di asfalto

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa in asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

La cappa di asfalto sintetico dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè o tipo similare, in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15% - 19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13% - 16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra $-0,1 < IP < +0,1$ calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 50v}$$

in cui:

$v = \log 800 - \log$ penetrazione a 298 K;

$u =$ temperatura di P. e A. in K detratti 298 K;

Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra il 18 ed il 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ($V_b - V = 5 - 7$ in cui V_b , è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori compresi tra 373 e 403 K.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

12.2.1.1 Modalità di applicazione

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiaccia (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singoli dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta. Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m² nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m² nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura' di 473 K (± 10 K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 275 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al paragrafo dedicato alle guaine bituminose preformate armate, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 250 g/m²

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo. In corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento sarà curata la sede di appoggio della guaina come da dettagli indicati nel punto successivo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si sciogla con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto

(umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta), dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

12.2.1.2 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

Procedura 1:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483-503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso preventivamente portato alla temperatura di 423-433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483 K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

Procedura 2:

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e mescolazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anch'esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

12.3 Manto realizzato con guaine preformate costituite da bitumi modificati con elastomeri ed armato con TNT

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

12.3.1 Materiali

- Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliamminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

- La massa bituminosa della guaina sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume. Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A. > 423 K;
- punto di rottura Frass 258 K;
- penetrabilità DOW a 288 K (con peso 100 g a 289 K) 20÷30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

- L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo agglomerato mediante agugliatura. Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso > 300 g/m²
- resistenza a trazione su striscia di 5 cm (UNI EN ISO 13934-1 e UNI EN 29073-3) > 18 kN/m
- allungamento (UNI EN ISO 13934-1 UNI EN 29073-3) > 60%
- lacerazione > 0,5 kN
- punzonamento (UNI 8279-14) > 3kN
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microrganismi;
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.
- Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione). Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:
 - massa areica (UNI 8202-7):
 - . guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg
 - . guaina di spessore non minore di 4 mm > 4,500 kg
 - resistenza a trazione (UNI EN 12311):
 - . longitudinale > 18 kN/m
 - . trasversale > 16 kN/m
 - resistenza a lacerazione (UNI EN 12310):
 - . longitudinale 0,16 kN
 - . trasversale 0,17 kN
 - punzonamento statico:
 - . classe di resistenza/carico supportato su sfera diam. 10 mm
 - su supporto rigido Ps4/> 25 kg

- su supporto non rigido $P_s \geq 25$ kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 495-5 e UNI EN 1109) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202-16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928) > 100 kPa

Salvo diverse prescrizioni progettuali.

12.3.2 Modalità di posa in opera

Eseguiti gli interventi preparatori descritti al punto 33.1 seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito da bitumi di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso), applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², salvo diverse prescrizioni progettuali, sarà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta, quando la temperatura media diurna dell'aria sia superiore ai 283 K.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Nel caso invece di guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, sarà posta in opera previa spalmatura, su primer di attacco alla soletta, di 1 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

In ambedue i casi la loro adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

12.4 Manto con membrane prefabbricate a base bituminosa

L'impermeabilizzazione è costituita da membrane prefabbricate a base bituminosa, disposte ad uno o due strati ed armate con tessuto non tessuto in poliestere o con teli di fibre di vetro. La massa bituminosa sarà costituita indicativamente per il 70% in peso da bitume leggermente polimerizzato mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume; avrà le seguenti caratteristiche:

- punto di rammollimento P.e A. 403÷413 K
- punto di rottura Frass 288 K
- penetrazione con peso di 100 g a 298 K: 2÷3 mm.

L'armatura, in relazione alle previsioni progettuali, sarà costituita da:

- tessuto non tessuto del peso di 300 g/m² in fibre di poliestere ad alto titolo e tenacità solidamente collegate tra loro mediante legamento per agugliatura;
- velo in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m²;
- tessuto in fibra di vetro del peso di almeno 50 g/m².

La finitura superficiale delle membrane sarà di tipo: normale; granigliata; autoprotetta con lamina gofrata di alluminio ricotto titolo 99,5% colore naturale di spessore di 0,08 mm; con lamina gofrata di rame ricotto titolo 99,5% colore naturale spessore di 0,08 mm, come da scelte progettuali.

Il peso delle membrane, per quelle armate in tessuto non tessuto in poliestere e per quelle armate con tessuto di fibra di vetro e autoprotette con lamine metalliche sarà di almeno 4 kg/m²; per quelle armate con velo di fibra di vetro sarà di 3 kg/m².

Le membrane saranno applicate a fiamma previa pulizia del supporto e spalmatura di primer a base bituminosa, sovrapponendo i bordi dei teli per almeno 5 cm.

Nel manto costituito da doppio strato di membrane, il secondo strato sarà applicato a fiamma incrociato rispetto al primo.

Art. 13 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

13.1 Leganti bituminosi di base e modificati

13.1.1 Leganti bituminosi semisolidi - caratteristiche e penali

I leganti bituminosi semisolidi di base per usi diretti o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante: distillazione primaria (topping e vacuum); conversione (cracking termico, visbreaking);

I leganti bituminosi usati senza alcun trattamento sono di normale produzione da raffineria vengono definiti di tipo A e vengono impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali di cui all'art. 19.4.

I bitumi da modificare con additivi sono denominati di "base modifica" e chiamati "BM",

La tabella sinottica I° che segue indica i diversi tipi di leganti utilizzabili; quella successiva, denominata tabella sinottica II° i conglomerati in cui vengono impiegati e la terza, tabella sinottica III°, gli additivi utilizzati nelle modifiche.

TAVOLA SINOTTICA I° LEGANTI BITUMINOSI NORMALI E MODIFICATI

Categoria Leganti	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Bitume tal quale per usi diretti	3.2.	A, A1	CB, CBS
Bitume di base per modifiche	3.2.1.	BM	CBM, CBH, CBD, MT, MTF, TSC, CBV, S, GT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP
Bitume Medium(°)	3.3.3.	B	CBM
Bitume Hard	3.3.4.	C	CBH(°°), CBD, CBMD, CBV, CBMU, CBDC, TSC, MT, MAD, MAMT, MAV, MAPCP, ECD
Bitume Hard per: Microtappeti a freddo, Riciclaggio in sito a freddo	3.3.5.	D	MTF, CBRF
Bitume Hard per: Sigillature, Giunti tamponi	3.3.6.	E	S, GT
Emulsioni bituminose cationiche	3.3.7.	F1, F2	MAF
Altri materiali coadiuvanti l'azione legante	Tab.	Sigla Bitume	Campi di applicazione (per le sigle vedi tab sinottica II)
Attivanti chimici funzionali	3.3.8.	A.C.F.	CBR(°°°), CBRF, CBS
Dopes di adesione		DOP	Dove previsto dall'art. 3.3.6

Fibre di natura minerale (vetro) o miste	3.4.1.	MST	CBD, TSC, MT,CBMD,CBMU,ECD
Fibre di natura minerale (vetro) a filo continuo	3.4.2.	MST	MTF
Leganti sintetici	3.5.	LS	TSS

(°) Usato nei CB quando il bitume di base non raggiunge i minimi richiesti (Tab. 19.2)

(°°) Per aumentare la durata a fatica dei CB

(°°°) Vengono usati per riattivare le caratteristiche reologiche dei bitumi nei CBR (strati di base, collegamento, usura) vedi art.19.4

TAVOLA SINOTTICA II° CONGLOMERATI BITUMINOSI

Sigla	Campi di applicazione
CB	Conglomerati bituminosi con bitume tal quale
CBM	Conglomerati bituminosi speciali per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Medium"
CBH	Conglomerati bituminosi ad alta resistenza a fatica per strati di base, collegamento ed usura, con bitume a modifica "Hard"
CBD	Conglomerato bituminoso drenante fono-assorbente monostrato
CBMD	Conglomerato bituminoso micro-drenante per usura
CBDC	Conglomerato bituminoso drenante calcareo
CBR	Conglomerato bituminoso riciclato
CBMU	Conglomerato bituminoso micro-usura
MT	Microtappeti ad elevata rugosità (parzialmente drenanti)
ECD	Conglomerato bituminoso ecodrenante
CBS	Conglomerato bituminoso schiumato
CBRF	Conglomerato bituminoso riciclati a freddo con emulsione
TSC	Trattamenti superficiali a caldo
MTF	Microtappeti a freddo
CBV	Conglomerato bituminoso per viadotti
S	Sigillature
GT	Giunti a tampone
MAD	Mano di attacco per CBD,CBDC
MAMT	Mano di attacco per MT, CBMU
MAV	Mano di attacco per CBV (tra membrana e CBV)
MAPC P	Mano di attacco per PCP(lastra in cls ad armatura continua)
MAF	Mano di attacco a freddo per conglomerati bituminosi tradizionali

TAVOLA SINOTTICA III° ADDITIVI

Sigla	Polimeri e Additivi
SBSr	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura radiale
SBSl	Stirene-Butadiene-Stirene a struttura lineare
SIS	Stirene-Isoprene-Stirene
EVA	Etilene-Vinil-Acetato
LDP E	Polietilene a bassa densità

A.C. F.	Attivanti Chimici Funzionali
FM	Fibre Minerali (vetro) o Miste
FV	Fibre Vegetali
LS	Leganti Sintetici

13.2 Bitumi di base

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria (definiti tipo A) con le caratteristiche indicate in Tab.19.2 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi tradizionali a caldo di cui all'art. 19.4 Nella Tab. 19.2 sono riportate le caratteristiche riferite al prodotto di base "A" così come viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio. I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalle normative: UNI EN 58/2005.

TABELLA 19.2 Bitume "A" (50/70)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN 1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN 1427	46-56
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ 0-6
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 \text{ s}^{-(1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0,05 - < 0,2
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

(*) Rolling Thin Film Oven Test

13.3 Caratteristiche del bitumen di base "BM" per la modifica con polimeri

Per i leganti bituminosi semisolidi di base BM indichiamo 8 caratteristiche più i frazionamenti chimici riferiti agli asfalti, polari (resine), aromatici, saturi determinati mediante analisi TLC/FID latroscan. Per questi ultimi, i valori dei rapporti asfalti/resine e saturi/aromatici dovranno essere tali da rientrare nel quadrante di compatibilità riportato nel diagramma 19.3. seguente, inoltre si dovrà rientrare nei limiti almeno per 4 caratteristiche su 8, obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla viscosità dinamica a T=160°C, perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, penetrazione e punto di rammollimento, obbligatoria sempre la rispondenza nelle grandezze riferite ai rapporti dei frazionamenti chimici

del diagramma 19.3.

Nella tabella 19.3 e nel diagramma 19.3 sono riportate le caratteristiche che deve avere il prodotto di base modifica "BM" quando viene prelevato nelle cisterne e/o nei serbatoi di stoccaggio.

I prelievi devono essere fatti secondo quanto prescritto dalla normativa UNI EN 58/2005.

La non rispondenza del legante alle caratteristiche richieste nella tabella 19.3 comporta l'applicazione delle penalità di cui all'art. 19.3.1.1

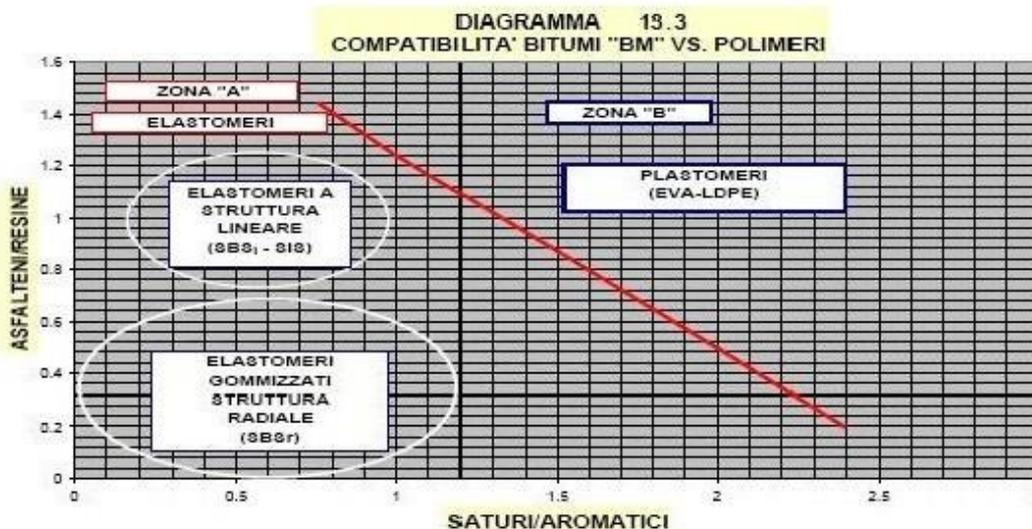


TABELLA 19.3 Bitume BM

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	80-100
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	40-44
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -8
Solubilità in Tricloroetilene, min.	%	UNI EN12592	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 \text{ s}^{-1}$	Pa*s	UNI EN13702-2	> 0.1
Valori dopo RTFOT			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 50
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 9

13.3.1.1 Leganti bituminosi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi (vedi tavola sinottica III°).

Possono anche essere modificati con azione termo-meccanica come avviene per i bitumi schiumati.

Nel seguito indichiamo le 9 caratteristiche dei bitumi modificati "Medium" siglati: "B" e "D", e le 10 caratteristiche per quelli a modifica "Hard" siglati "C".

Si deve rientrare nei limiti per almeno 5 caratteristiche su 9 e 5 caratteristiche su 10 per i bitumi modificati siglati: B, D, C; è sempre obbligatoria la rispondenza nelle grandezze riferite alla: viscosità dinamica a $T=160^{\circ}\text{C}$, penetrazione, punto di rammollimento, ritorno elastico a $T=25^{\circ}\text{C}$ e stabilità allo stoccaggio.

Qualora i bitumi modificati non risultino come da richieste testé definite, o per carenza definita nell'art. 19.2 o per carenza della modifica, verranno penalizzati del 10% i prezzi di tutti i conglomerati per strati di base, collegamento ed usura o per altri impieghi, confezionati con la partita di bitume a cui si riferiscono le prove.

L'applicazione di queste penali non esclude quelle previste in altri articoli delle presenti norme, riferite a caratteristiche prestazionali del prodotto finito quali: moduli, durate, resistenze, regolarità, ecc.

Nella tavola sinottica II° sono riportate le categorie dei leganti per tipo di modifica e campi di applicazione.

13.3.1.2 Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori Certificati in Qualità che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996). La Direzione Lavori e la Committente potranno effettuare in contraddittorio, in ogni momento e a loro insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

13.3.2 Bitumi modificati con additivi

I bitumi modificati rappresentano quei leganti per uso stradale di nuova generazione, che garantiscono una maggiore durata a fatica delle miscele bituminose rispetto a quelle impieganti bitumi di base o che riducano l'attitudine alla deformazione permanente dei conglomerati o permettano altri risultati altrimenti impossibili con i conglomerati normali. La loro produzione avviene in impianti industriali dove vengono intimamente miscelati i bitumi base modifica "BM" (vedi tab.19.3) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

Bitume con modifica "MEDIUM" (caratteristiche sono riportate nella tabella 19.3.3.)

Bitumi con modifica "HARD" (caratteristiche riportate nelle tabelle 19.3.4 , 19.3.4.2, 19.3.4.3)

I bitumi con modifica “ MEDIUM ” possono essere impiegati nelle miscele di base, collegamento e usura, mentre i bitumi a modifica “HARD”, utilizzabili in tutte le miscele, devono essere tassativamente impiegati nelle miscele particolari indicate nella Tavola sinottica I° art. 19.1.1 salvo diversa indicazione della Committente.

I bitumi modificati, sia “ MEDIUM ” che “HARD”, preparati da “MASTER” (bitume madre modificato con percentuali elevate di polimero) devono essere successivamente tagliati per aggiunta e miscelazione di bitume di base in percentuali tali da raggiungere le caratteristiche richieste nelle tabelle 19.3.3., 19.3.4., 19.3.4.2, 19.3.4.3. Per i bitumi modificati, sia “MEDIUM ” che “HARD”, il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Inoltre il produttore deve indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione). La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, Certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nelle tabelle: 19.3.3, 19.3.4.2, 19.3.4.3. In questo caso i carichi di bitume base modifica devono essere testati almeno sui valori del punto di rammollimento e della penetrazione (vedi tab.19.3).

13.3.3 Bitumi con modifica “MEDIUM”

Tali bitumi vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non permettono le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per strati di base, collegamento ed usura. La modifica deve conseguire sul legante i seguenti risultati :

TABELLA 19.3.3. - BITUME “MEDIUM”- LEGANTE “B”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.10 ≤ 0,3
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 65
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI 12067-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40

Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 8
---------------------------------------	----	------------	-----

13.3.4 Bitumi con modifica “HARD”

Le caratteristiche dei leganti con modifica “Hard” da impiegare per la realizzazione di conglomerati bituminosi “Hard” - CBH (Vedi tavola sinottica I°), conglomerati bituminosi drenanti (CBD), microtappeti ad elevata rugosità (MT), microtappeti superficiali a freddo tipo “Macro Seal” (MTF), mano di attacco per usure drenanti (MAD), mano di attacco per microtappeti (MAMT), mano di attacco per micro-usure (CBMU), mano di attacco tra membrane continue di impermeabilizzazione e pavimentazioni sulle opere d’arte (MAV), mano di attacco per PCP (lastra in cls ad armatura continua) (MAPCP), sigillature (S), giunti a tampone (GT), pavimentazioni di viadotti (CBV), sono riportate nelle tabelle che seguono. Tipologie di modifica diverse saranno valutate prima dell’uso, di volta in volta dalla Direzione Lavori.

TABELLA 19.3.4.1 - BITUME HARD - LEGANTE “C”

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12693	≤ -12
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0.15 ≤ 0,40
Ritorno elastico a 25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Resistenza a fatica, $G^* \sin \delta$, 1.0kPa (0.145 psi), a 10 rad/s, 50°C	Kpa	SHRP B-003	≥ 9
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento(volatilità) a163°C	%	UNI EN 12607-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 5

TABELLA 19.3.4.2 - BITUME HARD - LEGANTE “D”(**)

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	50-70

Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0,05 ≤ 0,20
Ritorno elastico a25°C, 50mm/min	%	UNI EN13398	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180 °C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 3
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 40
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

(**) Da usare in emulsione con acqua, agenti emulsionanti e flussanti

(****) Valori determinati sul residuo secco ricavato per distillazione del prodotto emulsionato (CNR100/84)

(*****) Rolling Thin Film Oven Test

TABELLA 19.3.4.3 - BITUME HARD - LEGANTE "E"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	Valore
Penetrazione a 25°C	0,1 mm	UNI EN1426	20-40
Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≥ 60
Punto di rottura (Fraass)	°C	UNI EN12593	≤ -10
Viscosità dinamica a160°C gradiente di velocità $dy/dt = 10 s^{(-1)}$	Pa*s	UNI EN13702-2	≥ 0,70 ≤ 2,00
Ritorno elastico a25°C, 50 mm/min	%	UNI EN13398	≥ 80
Stabilità allo stoccaggio, a 3 gg, a 180°C Δ Punto di rammollimento	°C	UNI EN13399	≤ 4
Valori dopo RTFOT (*)			
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163°C	%	UNI 12607-1	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	%	UNI EN1426	≥ 15
Incremento del Punto di rammollimento	°C	UNI EN1427	≤ 10

I bitumi hard (art.19.3.4 tab 19.3.4.1) potranno inoltre essere sottoposti a prova ReoDin (Metodologia Prova Interna CS-05) mediante reometro dinamico rotazionale (Dynamic Shear Rheometer). La metodologia è con sistema piatto-piatto

(25mm di diametro e 1 mm di apertura) con controllo di taglio ($\tau=200\text{Pa}$ con frequenza di oscillazione di 1,59 Hz), in controllo di temperatura (da 6°C a 86°C) e step di 0,017 °C/sec.

I valori di G^* (modulo complesso) e δ (angolo di fase) devono essere contenuti nei fusi qui riportati

Temperatura (°C)	Fuso G^* (Pa)		Fuso δ (°)	
5	3000000	7000000	2	10
10	2500000	6000000	6	16
15	1800000	4500000	11	30
20	900000	2800000	19	48
25	330000	1500000	28	61
30	120000	700000	37	66
35	50000	320000	42	68
40	24000	150000	45	69
45	11000	80000	46	70
50	5400	42000	46	70
55	3000	23000	47	71
60	1600	13000	48	72
65	900	8000	50	74
70	500	5000	52	78
75	300	3000	54	83
80	160	1800	58	87
85	100	1200	62	90

13.3.5 Emulsioni bituminose cationiche

Le emulsioni bituminose cationiche, definite leganti "F1" e "F2" nella tavola sinottica I° andranno usate di massima per le mani di attacco tradizionali per conglomerati bituminosi normali.

TABELLA 19.3.5 - EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE - LEGANTE "F1" e "F2"

Caratteristiche	Unità	Metodo di prova	"F1" A rapida rottura (RR55)	"F2" A media rottura (RM55)
Contenuto di acqua	% in peso	CNR n°100 a	≤ 45	≤ 40
Contenuto di legante (bitume + flussante)	% in peso	CNR n°100 b	≥ 55	≥ 60
Contenuto di flussante	% in peso	CNR n°100 c	≤ 2	≤ 6
Contenuto di bitume (residuo di distillazione), min	% in peso	ASTM D244-72	≥ 55	≥ 54
Viscosità Engler a 20°C	°E	IP 212/66	3/10	5/12
Carica delle particelle		ASTM D244-72	Positiva	Positiva
Penetrazione a 25°C, max	1/10 mm	CNR BU 24	≤ 220	≤ 220
Punto di rammollimento, min	°C	CNR BU 35	≥ 35	≥ 35

13.3.6 Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Detti composti chimici sono da utilizzare come additivi per i conglomerati bituminosi a caldo (CB "Normali", CBM "Medium" e CBH "Hard" per strati di Base – in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori), per i Conglomerati Bituminosi riciclati a freddo (CBS e CBRF – in zone ad alto traffico su indicazione della Direzione Lavori) e per i Conglomerati Drenanti Riciclati (CBDR – impiego indispensabile in ogni caso).

Gli A.C.F. rigenerano le caratteristiche del bitume invecchiato proveniente dalla fresatura di pavimentazioni bituminose (CBR) e rappresentano quei formulati studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali.

In particolare gli A.C.F. devono svolgere le seguenti funzioni:

13.3.6.1 una energica azione quale attivante di adesione;

13.3.6.2 peptizzante e diluente nei confronti del bitume invecchiato ancora legato alle superfici degli elementi lapidei costituenti il conglomerato fresato;

13.3.6.3 plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante la sua vita ;

13.3.6.4 disperdente al fine di ottimizzare l'omogeneizzazione del legante nel conglomerato finale;

13.3.6.5 antiossidante in contrapposizione agli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

Gli A.C.F. devono avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

TABELLA 19.3.6

Caratteristiche	Valore
Densità a 25/25°C. (ASTM D - 1298)	0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a. (ASTM D - 92)	200 °C
Viscosità dinamica a60°C, $\dot{\gamma} = 100 \text{ s}^{-1}$ (SNV 671908/74)	0,03 - 0,05 Pa*s
Solubilità in tricloroetilene (ASTM D - 2042)	99,5% in peso
Numero di neutralizzazione (IP 213)	1,5-2,5 mg/KOH/g
Contenuto di acqua (ASTM D - 95)	1% in volume
Contenuto di azoto (ASTM D - 3228)	0,8 - 1,0% in peso

L'accettazione degli A.C.F. è subordinata alle prove condotte da un Laboratorio autorizzato. La loro presenza è verificata, sul bitume estratto dalle miscele, con il metodo di prova per la ricerca degli attivanti di adesione nei conglomerati bituminosi mediante analisi colorimetrica. Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68 (Riapprovata nel 74).

13.3.7 Dopes di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi in caso di impiego di inerti di natura acida, di bitumi di base e alcune modifiche soft (in base ai risultati di laboratorio), saranno impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi di adesività).

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative, effettuate presso un Laboratorio autorizzato, 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 Colorimetrica (Metodo che segue le designazioni fissate dalla normativa ASTM D 2327-68-Riapprovata nel 74).

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,2% ed il 0,4% in peso riferito al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego devono ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la loro perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

13.3.8 Modificanti strutturali (MST)

Sono quelle sostanze che si aggiungono al legante con funzioni modificanti connesse alle azioni di tipo meccanico, alla solidità e durabilità delle azioni leganti nel tempo, specialmente per i film leganti più impegnativi.

13.4 Conglomerati bituminosi a caldo

Nella tavola sinottica di sintesi sono riportate le composizioni indicative dei formulati riferiti alle miscele di tipo normale e di tipo speciale di conglomerati bituminosi confezionati a caldo in impianto. I conglomerati bituminosi normali sono quelli confezionati con bitume di base; per quelli speciali sono previsti due tipi di legante, uno a modifica "Medium" l'altro a modifica "Hard". Esistono anche altri tipi di conglomerato non riportati nella tavola che segue per impieghi particolari e/o di tipo sperimentale; tutti sono descritti in appositi articoli e dovranno formare le prestazioni richieste.

TAVOLA SINOTTICA

COMPOSIZIONE				
Tipi di Conglomerato	Strati di impiego	Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C. F.] (% in peso al riferita bitume totale)
CB "Normali"	Base	> 75	< 25	3 – 5 (*)
	Collegamento	> 85	< 15	-----
	Usura	> 90	< 10	-----
CBM "Medium"	Base	> 70	< 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	> 75	< 25	-----
	Usura	> 80	< 20	-----
CBH "Hard"	Base	> 70	< 30	3 – 5 (*)
	Collegamento	> 75	< 25	-----
	Usura	> 80	< 20	-----

(*) in zone ad alto traffico e su indicazione del centro rilevamento dati della Società di Fiano Romano - vedi art. (19.3.6)

13.4.1 Prescrizioni generali

Per la verifica preliminare di idoneità degli studi di progetto che l'impresa intende adottare per ogni cantiere di produzione, almeno tre mesi prima l'inizio delle lavorazioni, l'impresa ha l'obbligo di fare eseguire a sue spese, presso laboratorio autorizzato, prove di accettazione e di idoneità di tutti gli elementi che compongono le miscele di progetto (aggregati, bitume, additivi ecc.). Gli studi di progetto devono essere presentati in originale e firmati dal responsabile dell'impresa alla D.L. e devono essere corredati da una completa documentazione delle formulazioni effettuate.

Durante i lavori l'impresa esecutrice dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata e definita anche ai fini del pagamento, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della D.L. un registro in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera.

Molte delle indicazioni che seguono in questo articolo sono di tipo comportamentale e non eliminano, anche se seguite alla lettera, le responsabilità dell'impresa sui risultati finali del prodotto in opera, che sono o espressamente richiamati nel testo o riportati nell'apposito articolo 19.7; comunque anche le richieste comportamentali, se disattese, possono generare azioni di correzione da parte della Direzione Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici Rt, CTI (art. 19.5.7.2) e di quelli Volumetrici (art. 19.5.7.3) (questi ultimi calcolati con la % di legante di estrazione o, in mancanza, con la % di legante della miscela di progetto, rimanendo però nei range stabiliti all'art. 19.5.7.1) comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste all'art. 19.7

Variazioni percentuali nella composizione granulometrica, rispetto alla curva di progetto proposta, di $\pm 5\%$ per l'aggregato grosso e/o $\pm 3\%$ per il contenuto di sabbia CNR B.U. n° 95 del 31.01.1984 (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm, e/o di $\pm 1,5$ per il passante al setaccio UNI 0,075) e/o scostamenti percentuali del contenuto di bitume progettuale superiori a $\pm 0,25$, e/o variazioni della miscela degli inerti, qualora determinano nella miscela finale sia scompensi volumetrici che prestazionali, comportano l'applicazione di penali come al successivo Art. 19.7.

Per quanto riguarda il contenuto del bitume, la tolleranza percentuale sopraindicata ($\pm 0,25$) che tiene normalmente conto della "incertezza di misura" collegata all'esecuzione della prova di estrazione, viene aumentata di un'ulteriore quantità (pari a 0,25) per tenere conto delle perdite di legante che si verificano nei passaggi intermedi prima dell'esecuzione della prova.

L'idoneità finale delle miscele superficiali sono condizionate dall'analisi eseguite mediante test accelerati di resistenza all'attrito radente di tipo "Abrasiometro Rotazionale" od altro sistema ad insindacabile scelta della D.L..

13.4.1.1 Materiali fresati

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione" riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella tavola sinottica dell'art. 19.4

Per conglomerato bituminoso preesistente fresato, denominato "materiale da integrazione" deve intendersi quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerati demoliti con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN13108-8.

Per l'ottimizzazione della curva granulometrica del fresato e del legante presente e per consentire lavorazioni uniformi, nel caso di utilizzo di materiali provenienti da fresature diverse sia per provenienza che per natura, potrebbe essere necessaria, prima del suo impiego, una ulteriore granulazione; occorre tener presente che tale operazione determina un ulteriore aumento delle parti fini nel materiale.

Il restante materiale deve essere costituito da inerti freschi con i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati di cui art. 19.4.

Si deve usare materiale fresato di qualsiasi provenienza per impieghi negli strati di base e collegamento; materiali provenienti da strati superficiali (usura, microtappeto, drenante ecc) per lo strato di usura.

Il bitume finale deve essere costituito da quello fresco (MODIFICA "SOFT"; "MEDIUM" o "HARD") e da quello proveniente dal materiale fresato additivato con A.C.F. (art. 19.3.6., tab.19.3.6).

I requisiti richiesti dalle prescrizioni progettuali (art. 19.5.) valgono sia per miscele che prevedono l'impiego di materiale da integrazione che per miscele completamente vergini.

13.4.1.2 Penali

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 19.7 delle presenti NTA e riguardano le caratteristiche del prodotto finito quali: durata a fatica, modulo di portanza, aderenza, regolarità, tessitura superficiale ecc.

13.5 Conglomerati bituminosi di base, collegamento, usura confezionati con bitume "Normale", "Medium" e "Hard"

13.5.1 Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, riciclati, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie siderurgiche, loppe ecc.) ovvero dalla loro combinazione percentuale, impastati a caldo con bitume, in impianti automatizzati a volte dotati di sistemi di riscaldamento indiretto degli inerti provenienti da fresature di pavimentazioni ammalorate, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura), doppio tamburo ecc.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con idonei rulli.

13.5.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 19.1.

13.5.3 Aggregati

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI EN 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 10$ e $FI < 10$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti. I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'impresa deve avere stoccato una quantità di materiale necessaria ad assicurare almeno due settimane di lavorazione (considerando 80% della potenzialità produttiva dell'impianto).

13.5.4 Attivanti chimici di adesione

Vedi art. 19.3.7.

13.5.5 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono 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 deve 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 deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica al 55% in peso (art.19.3.5.) per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia di circa 1 metro di larghezza, normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Per garantire la perfetta continuità tra gli strati sovrapposti della pavimentazione deve essere previsto l'impiego di una emulsione bituminosa cationica al 55% uniformemente distribuita, anche sui bordi verticali, in una quantità variabile tra 0,5 e 1,0 kg/m² in funzione dello stato superficiale della pavimentazione, salvo in quei casi in cui è prevista una diversa mano di attacco sempre dei tipi riportati all'art.19.1.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 145° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso (almeno 35 ton gomma) e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La finitura del conglomerato dovrà essere realizzata con l' utilizzo di un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 ton, così come per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base a discrezione della D.L. potranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 19.7

Al termine della compattazione gli strati di base, collegamento e usura devono avere una percentuale assoluta dei vuoti non superiore all' 8%, valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.

I dati di densità in sito possono essere assunti come prestazionali in carenza di altre misure di portanza.

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 deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; deve essere 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. 19.7

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. 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 o simili, per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi deve essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa non inferiore a 0,5 Kg/m².

13.5.6 Prescrizioni progettuali

13.5.6.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiore a 2 mm.

Strato di base : minimo 85% di inerte frantumato (*)

Strato di collegamento : minimo 85% di inerte frantumato (*)

Strato di usura : 100% di inerte frantumato (**) escluso inerti non naturali.

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà definita di volta in volta nelle curve di progetto con la Direzione Lavori.

13.5.6.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiore a 2 mm.

Strato di base : minimo 60%

Strato di collegamento : minimo 65%

Strato di usura : minimo 80%

Le sabbie di frantumazione devono provenire da sabbie naturali, artificiali.

13.5.6.3 Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere:

Strato di base : $\leq 25\%$ in peso.

Strato di collegamento : $\leq 25\%$ in peso.

Strato di usura : $\leq 20\%$ in peso.

13.5.6.4 Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere:

Strati di base e di collegamento : $\leq 2\%$.

Strato di usura : $\leq 1\%$.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere:

Strati di base e di collegamento : $\leq 30\%$.

Strato di usura : $\leq 20\%$.

13.5.6.5 Strati di usura: Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix.(denominati CLA e CLA mix nelle precedenti NTA)

Deve essere misurato il valore di VL per ogni pezzatura utilizzata, comprese le sabbie (roccia di provenienza) ed il fresato (materiale estratto); il valore di VL misurato sulle singole pezzature, escluse le sabbie, deve essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di VL ≤ 40

Il valore di VL_{mix} ricavato da tutte le pezzature uguali o superiori a 2 mm deve essere ≥ 45 .

Calcolo del VL_{mix}:

13.5.6.5.1 Si misurano le MVA (massa volumetrica apparente) di tutte le pezzature escludendo il passante al 2 mm.

13.5.6.5.2 La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 2 mm.

13.5.6.5.3 Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche utilizzando le MVA (vedi punto a) e riportate anch'esse a 100%;

d) Il valore VL_{mix} viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

13.5.6.6 Coefficiente di imbibizione

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature:

Strato di base e di collegamento : ≤ 0.015 .

Strato di usura: da definire in fase di progetto in funzione della natura degli inerti utilizzati.

13.5.6.7 Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

13.5.6.8 Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $\geq 70\%$ (UNI EN 933-8).

13.5.6.9 Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la Committente si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

13.5.6.10 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti:

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il DPA deve essere $> 5^{\circ}\text{C}$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (norma UNI CEN ISO/TS 17982-12).

13.5.6.11 Argilla espansa – Resistenza allo schiacciamento

Argilla espansa di tipo resistente, pezzatura 3/11: $\geq 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).

13.5.7 Miscele

Le miscele dei conglomerati devono avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

Composizioni granulometriche indicative (fusi da usare come limiti nelle curve di progetto).

Serie e setacci UNI EN 933-1	Passante totale % in peso		
	STRATO DI BASE	STRATO DI COLLEGAMENTO	STRATO DI USURA TIPO "A"
31,5	100	100	-
20	73 – 94	85 - 98	100
14	51 – 76	70 - 87	94 - 100
10	40 – 64	58 - 78	77 - 94
6,3	31 – 55	46 - 66	57 - 76
2	19 – 38	25 - 38	25 - 38
0,5	8 – 21	11 - 21	12 - 22
0,25	5 – 16	7 - 17	9 - 17
0,063	4 – 8	4 - 8	6 - 10

Fuso A - usura da 3 - 4 cm

13.5.7.1 Quantità di bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati deve essere compresa nei seguenti intervalli, a seconda del tipo di legante usato:

Strato di Base normale : 3,5% - 4,5% del tipo descritto nell'art. 19.1.1., tab. 19.2

Strato di Base Medium : 3,5% - 4,5% del tipo descritto nell'art. 19.3.1.1, tab. 19.3.3.

Strato di Base Hard : 3,5% - 4,5% del tipo descritto nell'art. 19.3.4., tab. 19.3.4.1.

Strato di Collegamento normale : 4,2% - 5,2% del tipo descritto nell'art. 19.1.1., tab. 19.2

Strato di Collegamento Medium : 4,2% - 5,2% del tipo descritto nell'art. 19.3.1.1, tab. 19.3.3.

Strato di Collegamento Hard : 4,2% - 5,2% del tipo descritto nell'art. 19.3.4., tab. 19.3.4.1.

Strato di Usura normale : 5,2% - 6,2% del tipo descritto nell'art. 19.1.1., tab. 19.2

Strato di Usura Medium : 5,2% - 6,2% del tipo descritto nell'art. 19.3.1.1, tab. 19.3.3.

Strato di Usura Hard : 5,2% - 6,2% del tipo descritto nell'art. 19.3.4., tab. 19.3.4.1.

13.5.7.2 Prove volumetriche e meccaniche

I conglomerati bituminosi devono possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall.

13.5.7.2.1 Pressa giratoria – Condizioni di prova

Angolo di rotazione : $1.25^\circ \pm 0.02^\circ$

Velocità di rotazione : 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale ,KPa 600

Dimensioni provino, mm : 150 per strato di base

Dimensioni provino, mm : 100 per strato di collegamento ed usura

13.5.7.3 Requisiti di idoneità

13.5.7.3.1 Pressa giratoria - Vuoti

BASE NORMALE		BASE MEDIUM		BASE HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 110 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 120 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)
a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti	≥ 2
COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM		COLLEGAMENTO HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 100 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 110 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 120 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)
a 180 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 190 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 200 rotazioni: % vuoti	≥ 2
USURA NORMALE		USURA MEDIUM		USURA HARD	
a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15	a 10 rotazioni: % vuoti	12÷15
a 130 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 140 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)	a 150 rotazioni: % vuoti	3 ÷ 5(*)
a 220 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 230 rotazioni: % vuoti	≥ 2	a 240 rotazioni: % vuoti	≥ 2

(*) Dg= densità giratoria di progetto

13.5.7.3.2 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (UNI EN 12697-23).

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Inerti	BASE NORMALE		BASE MEDIUM/HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²

Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM/HARD		
Vergini	0,50 - 0,80	≥ 40	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80
USURA NORMALE		USURA MEDIUM/HARD		
Vergini	0,60 - 0,90	≥ 45	0,90 - 1,55	≥ 80
Vergini+ fresato	0,75 - 1,35	≥ 70	0,95 - 1,55	≥ 80

13.5.7.3.3 Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato, senza alcun ulteriore riscaldamento, alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore alla temperatura minima prevista dalle Norme Tecniche (in base alla tipologia di bitume/conglomerato utilizzato), sull'intera tratta interessata da tali errate condizioni di posa in opera dovranno essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 19.7.

I valori della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004), eseguita a 60 °C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 75 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall, e la percentuale dei Vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) dovranno risultare:

	BASE NORMALE	BASE MEDIUM	BASE HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 900	≥ 1100	≥ 1100

Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	COLLEGAMENTO NORMALE	COLLEGAMENTO MEDIUM	COLLEGAMENTO HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1000	≥ 1100	≥ 1100
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
	USURA NORMALE	USURA MEDIUM	USURA HARD
Stabilità Marshall (daN)	≥ 1100	≥ 1200	≥ 1300
Modulo di Rigidezza (daN/mm)	≥ 250	300 - 500	300 - 500
Vuoti residui in volume (%)	3 - 5	3 - 5	3 - 5

13.5.7.3.4 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrica alle temperature di 10, 25 e 40 °C (UNI EN 12697-23/2006). I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	BASE NORMALE		BASE MEDIUM		BASE HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,30 - 2,20	≥ 140	1,40 - 2,30	≥ 160	1,50 - 2,40	≥ 160
25	0,40 - 1,10	≥ 60	0,50 - 1,20	≥ 70	0,60 - 1,30	≥ 80
40	0,20 - 0,60	≥ 35	0,20 - 0,70	≥ 35	0,30 - 0,80	≥ 40
	COLLEGAMENTO NORMALE		COLLEGAMENTO MEDIUM		COLLEGAMENTO HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,40 - 2,30	≥ 150	1,50 - 2,40	≥ 160	1,60 - 2,50	≥ 160

25	0,50 - 1,10	≥ 70	0,60 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80
40	0,25 - 0,70	≥ 40	0,25 - 0,80	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 45
	USURA NORMALE		USURA MEDIUM		USURA HARD	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	1,50 - 2,70	≥ 160	1,50 - 2,80	≥ 160	1,60 - 2,90	≥ 160
25	0,70 - 1,20	≥ 80	0,70 - 1,30	≥ 80	0,80 - 1,40	≥ 80
40	0,30 - 0,8	≥ 45	0,30 - 0,90	≥ 50	0,40 - 1,00	≥ 50

13.5.7.3.5 Modulo complesso (E)

Sulla miscela definita, a tre temperature 0 °C, 10 °C e 20 °C ed alle frequenze di 10, 15 e 30 Hz, con idonei sistemi dinamici, deve essere misurato il modulo complesso E* in Mpa del conglomerato (UNI EN 12697-26).

La determinazione dei moduli complessi avrà la funzione di fornire elementi numerici al progettista dell'intervento, ed un riferimento al controllo non distruttivo in sito.

13.5.7.3.6 Controllo dei requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi confezionati con legante di tipo "Normale", "Medium" e "Hard"

Per ciò che concerne la posa in opera delle miscele, delle caratteristiche superficiali della pavimentazione, di portanza per l'applicazione delle penalità vale quanto prescritto nell'art. 19.7.

13.5.8 Miscele di usura con impiego di argilla espansa

Le miscele di usura confezionate con inerti di argilla espansa, conferiscono alla superficie stradale incrementi di caratteristiche di aderenza rispetto alle miscele con soli inerti naturali, ed una certa media fono-assorbenza.

13.5.8.1 Aggregati

Valgono le stesse prescrizioni indicate all'art. 19.4.1. e per i conglomerati tradizionali con l'aggiunta dei seguenti requisiti per le argille:

- argilla espansa di tipo "resistente" pezzatura: 3/11 mm;
- resistenza del granulo allo schiacciamento $\geq 2,7$ MPa (UNI EN 13055-2).;
- valore di levigabilità VL. (UNI EN 1097-8) ≥ 65 .

L'argilla espansa, in cantiere, deve essere convenientemente protetta dalla pioggia con teli di plastica o ammannita al coperto.

13.5.8.2 Confezione delle miscele

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica compresa nel seguente fuso:

UNI EN 933-1	Passante totale in peso %
Setaccio 14	100
" 10	82-93
" 6,3	57-77
" 4	39-59
" 2	25-38
" 0,5	12-22
" 0,125	7-13
" 0,063	6-10

Il tenore di bitume, di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 19.1) del tipo "A" riferito al peso totale degli aggregati deve essere compreso tra il 5,5% ed il 7,0%; la percentuale di argilla espansa deve essere compresa tra il 10% ed il 15% in peso.

Dalla granulometria eseguita sulla pezzatura 3/11mm. la percentuale di trattenuto al setaccio UNI da 8 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso; inoltre la percentuale di passante al setaccio UNI con apertura 2 mm deve essere inferiore od uguale al 10% in peso.

L'utilizzazione di percentuali maggiori o minori di argilla espansa, con diverse caratteristiche meccaniche, di composizione e/o granulometriche per impieghi non specificati dalle presenti N.T.A., devono essere definite di volta in volta in fase di studio e di progetto con la D.L.

13.5.8.3 Requisiti di accettazione

Il conglomerato così composto deve rispondere agli stessi requisiti richiesti per le miscele di Usura senza argilla (Art.19.4), confezionate con bitume di tipo Normale, Medium o Hard, (Art. 19.1).

13.5.8.4 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali (art. 19.5.5).

Inoltre la capacità fonoassorbente deve essere, in termini di assorbimento α , pari almeno a 0,2 alle frequenze di campionamento di 600 Hz e 0,3 alle frequenze di campionamento di 800 e 1000 Hz. Le misure andranno effettuate con apparecchiatura RI.MA. o similari.

13.6 Conglomerato bituminoso ad elevata percentuale di vuoti drenanti - fonoassorbenti

Sono i conglomerati bituminosi speciali, denominati C.D.F. (Conglomerati Drenanti Fonoassorbenti), caratterizzati da elevata percentuale di vuoti intercomunicanti, che assicurano un passaggio facilitato alle acque di pioggia ed un fonoassorbimento per risonanza delle onde sonore generate sulla strada, selettivo delle frequenze a seconda delle

dimensioni volumetriche delle cavità presenti. Se usati sulla superficie della pavimentazione, influiscono sull'intensità del rumore emesso dal rotolamento dei pneumatici, oltre all'assorbimento dello stesso, come detto in precedenza. Sono anche usati per la funzione di trattenimento, temporaneo o permanente, delle sostanze inquinanti, polveri o particolati, emessi dai veicoli e trascinati dalle acque di pioggia. Di norma vengono realizzati con materiali vergini, naturali o sintetici, salvo specifica indicazione

13.6.1 Prescrizioni generali

Vedi articolo 19.4.1.

13.6.1.1 Penali

L'applicazione e l'entità delle penali è descritta nell'art. 19.7 delle presenti NTA riguardano le caratteristiche del prodotto finito misurate con mezzi ad alto rendimento, aderenza, regolarità, tessitura superficiale, capacità drenante, emissione sonora (sperimentale), fonoassorbenza e prove volumetriche.

13.6.2 Miscele di: Usura drenante, Usura drenante strutturale

13.6.2.1 Descrizione

I conglomerati sono costituiti da una miscela di inerti naturali freschi, artificiali, sintetici (argilla espansa, scorie, loppe ecc.), in diverse combinazioni percentuali, impastati a caldo con bitume tipo "Hard", in impianti automatizzati, di tipo continuo (Drum Mixer) o discontinuo (sistema a vagliatura) ecc.. I conglomerati sono posti in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo. Caratteristiche prestazionali dei porosi: le miscele drenanti si suddividono nei seguenti tipi in base al loro comportamento relativamente al rumore ed allo smaltimento delle acque meteoriche.

Miscele	Tipologia	Spessori (cm)	Drenabilità	
	Monostrato		Alta	Bassa
	Bistrato			
Usura Drenante	X	4-5	X	
Usura Drenante strutturale	X	4-5	X	

13.6.2.2 Bitume

Si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 19.3.4 e tab. 19.3.4.1.

13.6.2.3 Attivanti chimici di adesione

Vedi art. 19.3.7.

13.6.2.4 Materiali inerti

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi interi, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043. Gli elementi litoidi non devono mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela di inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione delle norme UNI EN 13043, con la possibilità di impiegare inerti di diversa natura.

Nelle miscele potranno essere utilizzati, previa approvazione della D.L., inerti di I categoria.

Viene considerato inerte di I categoria un materiale omogeneo, la cui frazione grossa, ha un valore di levigabilità (norma UNI 1097-8) VL (denominato CLA dalla precedente norma CNR140/92) ≥ 45 , una resistenza alla frantumazione (norma UNI EN 1097-2) L.A. < 18 e coefficienti di forma (norma UNI EN 933-4) ed appiattimento (norma UNI EN 933-3) rispettivamente $SI < 10$ e $FI < 10$.

L'aggregato grosso e fine deve essere costituito da inerti che potranno essere di provenienza o natura petrografia diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite sui campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, dia i risultati richiesti.

I cumuli delle diverse classi di inerti devono essere nettamente separati tra di loro, in zone prive di ristagni ed acqua e di sostanze argillose.

13.6.2.5 Posa in opera

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibro-finitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibro-finitrici devono 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 deve porre la massima cura alla formazione dei giunti trasversali e longitudinali, questi ultimi preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi

risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Per garantire la perfetta continuità e la impermeabilizzazione del piano di posa delle miscele, deve essere previsto l'impiego di una quantità variabile tra 0,6 kg/m² e 1,5 kg/m² di mano di attacco costituita da bitume di tipo "Hard" (art. 19.3.4 e tab. 19.3.4.1).

In condizioni ambientali particolari che non permettono una buona adesione tra il piano di posa e la mano d'attacco, previa autorizzazione da parte della DL, potrà essere impiegata in alternativa un'emulsione bituminosa con legante tipo "Hard" garantendo le stesse quantità di legante sopra previste.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti, veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'impianto (in fase di confezionamento) deve essere indicativamente non superiore a 180° C in rapporto al tipo di bitume impiegato (è comunque raccomandabile operare alle condizioni indicate dal produttore del bitume); la temperatura del conglomerato all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura della superficie stradale (misurata in una zona vicina ma non interessata dai lavori) sia inferiore a 10° C

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli metallici con massa non superiore a 140 kN e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 100 kN per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Gli strati eventualmente compromessi (che presentano ad esempio: anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) devono essere rimossi e ricostruiti a cura e spese dell'Impresa; il verificarsi di tali eventi comporterà comunque l'applicazione di penali come previsto al successivo Art. 19.7.

Al termine della compattazione lo strato deve avere una percentuale assoluta dei vuoti compresa tra il 20% e 25% valutata con i dati del giorno (densità massima della miscela - Gmm), o in mancanza dei dati di controllo di cantiere o nei casi controversi, con il valore di progetto. In caso di contestazione la percentuale dei vuoti verrà determinata secondo la UNI EN 12697-8.

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 deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Inoltre l'accettazione della regolarità e delle

altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nell'art. 19.7.

13.6.3 Prescrizioni progettuali

13.6.3.1 Percentuale di frantumato nella miscela inerti superiori a 2 mm.

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

(**) Considerata l'eterogeneità della natura mineralogica di provenienza (silicea, calcarea, ecc.) dei materiali alluvionali, la percentuale di impiego nelle miscele superficiali sarà concordata di volta in volta con la Direzione Lavori

13.6.3.2 Percentuale di frantumato nella miscela inerti inferiori a 2 mm.

Per le miscele : 100% di inerte frantumato (*).

(*) Per inerte frantumato si intende un inerte che non abbia nessuna faccia arrotondata.

13.6.3.3 Los Angeles

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere $\leq 18\%$ in peso.

13.6.3.4 Sensibilità al gelo

La sensibilità al gelo eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1367-1), in riferimento alla perdita di massa, deve essere $\leq 1\%$.

In riferimento alla perdita di resistenza all'abrasione, il valore deve essere $\leq 20\%$.

13.6.3.5 Valore di levigabilità VL (norma UNI EN 1097-8) e VLmix

Il valore di VL, misurato per ogni pezzatura utilizzata (UNI EN 1097-8), con esclusione delle sabbie, deve risultare ≥ 40 (prescrizione minima sul materiale).

Il valore del VL medio di riferimento, denominato VLmix, calcolato come di seguito specificato, della miscela inerti ≥ 5 mm deve essere ≥ 46 (prestazione sulla miscela degli inerti)

Il valore VLmix degli inerti viene ricavato dagli elementi uguali o superiori a 5 mm per ciascuna pezzatura impiegata ad esclusione delle sabbie.

Calcolo del valore VLmix :

13.6.3.5.1 Si misurano le MVA (massa volumica apparente) di tutte le pezzature, ad esclusione delle sabbie.

13.6.3.5.2 La somma delle percentuali di impiego, per la costruzione della curva granulometrica di progetto, di ogni singola pezzatura viene riportata a 100%, in quanto mancanti del passante al 5 mm.

13.6.3.5.3 Le nuove percentuali di impiego vengono trasformate in percentuali volumetriche

utilizzando le MVA (vedi punto

13.6.3.5.3.1 e riportate anch'esse a 100%;

13.6.3.5.4 Il valore VLmix viene calcolato dalla somma del prodotto diviso per 100 della percentuale volumetrica di ogni pezzatura (comprese la sabbia) utilizzata per il relativo valore di VL.

13.6.3.6 Coefficiente di imbibizione

Il Coefficiente di imbibizione (CNR fascicolo IV/1953) eseguito sulle singole pezzature deve essere $\leq 0,015\%$ in peso

13.6.3.7 Coefficiente di forma

I coefficienti di forma "SI" (UNI EN 933-4) e di appiattimento "FI" (UNI EN 933-3) dovranno essere per tutti gli strati minori o uguale a 10.

13.6.3.8 Equivalente in sabbia

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature fini, deve essere per tutti gli strati $\geq 70\%$ (UNI EN 933-8).

13.6.3.9 Spogliamento in acqua

Per lo strato di usura lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale dopes di adesione) deve essere 0% (CNR 138/92). In casi particolari, cioè in presenza di inerti ad elevata acidità, la D.L. si riserva sistemi di indagine più approfonditi.

13.6.3.10 Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti, rocce sintetiche o artificiali, devono soddisfare i seguenti requisiti.

- Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il DPA deve essere $> 5^{\circ}\text{C}$ (UNI EN 13179-1).
- alla prova granulometrica i passanti in peso devono soddisfare i seguenti limiti minimi:
 - Setaccio UNI 0,40 - Passante in peso per via umida 100%
 - Setaccio UNI 0,18 - Passante in peso per via umida 90%
 - Setaccio UNI 0,075 - Passante in peso per via umida 80%.
 - Della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 mm più del 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI CEN ISO/TS 17982-12).

13.6.3.11 Argilla espansa – Resistenza del granulo allo schiacciamento (UNI EN 13055-2)

usura drenante : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 $> 3,5\text{ MPa}$

usura drenante strutturale : argilla espansa strutturale pezzatura 7/15 $> 3,5\text{ MPa}$

13.6.4 Miscela

Le miscele devono 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).

Serie setacci UNI EN 933-1	Drenante	Drenante strutturale
20	100	100
14	88 - 100	85 - 94
10	37 - 60	38 - 53
6,3	5 - 19	13 - 26
2	4 - 10	8 - 15
0,5	4 - 8	6 - 12
0,25	4 - 8	6 - 10
0,063	4 - 8	4 - 8
Spessore (cm)	4-5	4-5

13.6.4.1 Bitume

La percentuale di bitume in peso riferita al peso degli aggregati, del tipo descritto nell'art. 19.3.4., tab. 19.3.4.1., deve essere compresa nei seguenti intervalli:

Strato di Drenante- Drenante strutturale : 5,0% - 6,0%.

Nel caso di impiego di inerti particolarmente porosi la percentuale massima di bitume può essere incrementata.

13.6.4.2 Requisiti di idoneità

13.6.4.2.1 Prove volumetriche e meccaniche

La miscela di Progetto deve essere analizzata mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004). Gli impianti di confezionamento dovranno dotarsi gradatamente della apparecchiatura suddetta a sostituzione di quella Marshall. Per tutte le miscele la Massa Volumica Apparente (peso di volume) viene misurata geometricamente.

13.6.4.2.2 Pressa giratoria

CONDIZIONI DI PROVA

Angolo di rotazione	: 1.25° ± 0.02°
Velocità di rotazione	: 30 rotazioni al minuto
Pressione verticale ,KPa	600
Dimensioni provino, mm	100

DRENANTE	DRENANTE STRUTTURALE
10 rotaz: % vuoti ≥ 28	10 rotaz: % vuoti ≥ 25
50 rotaz: % vuoti ≥ 23 (*)	50 rotaz: % vuoti ≥ 20 (*)
130 rotaz: % vuoti ≥ 20	130 rotaz: % vuoti ≥ 18

13.6.4.2.3 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale, compattati mediante l'apparecchiatura "Pressa Giratoria", devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (UNI EN 12697-23/2006):

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscela	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
Drenante	0,38 - 0,56	> 20
Drenante strutturale	0,40 - 0,60	> 22

13.6.4.2.4 Prova Marshall

I provini devono essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza alcun ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34/2004.

Alla stesa deve essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a quanto previsto dalle NTA, sulla tratta interessata, devono essere eseguite prove atte al rilevamento del grado di addensamento raggiunto dalla pavimentazione.

Per l'applicazione delle penali si rimanda a quanto prescritto dall'art. 19.7

Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34/2004) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla Norma UNI EN 12697-34/2004 con 50 colpi di maglio per faccia, il Modulo di Rigidezza Marshall e la percentuale dei vuoti in volume (UNI EN 12697-8/2003) deve risultare:

	Drenante, e Drenante Strutturale
Stabilità Marshall daN	≥ 400

Modulo di Rigidezza daN/mm	≥ 150
Vuoti residui in volume %	≥ 23

13.6.4.2.5 Resistenza a trazione indiretta

I provini derivanti dalla miscela ottimale compattati mediante il sistema Marshall devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale (UNI EN 12697-23) alle temperature di 10, 25 e 40 °C.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

T °C	Drenante, Drenante strutturale	
	Rt N/mm ²	CTI N/mm ²
10	0,70 ÷ 1,00	≥ 70
25	0,25 ÷ 0,40	≥ 30
40	0,1 ÷ 0,2	≥ 15

13.6.4.2.6 Capacità drenante

La capacità drenante media eseguita in sito è misurata con permeabilmetro a colonna d'acqua o con permeabilmetro installato su mezzo ad alto rendimento, entro 14 gg dall'apertura al traffico.

I requisiti di idoneità richiesti dalla prova devono essere i seguenti:

Miscele	Capacità drenante (litri/min.)
Drenante	$\geq 20 \div 30$
Drenante strutturale	$\geq 15 \div 30$

I valori del permeabilmetro verranno riportati a quelli del misuratore a colonna, in modo da individuare le quantità equivalenti.

13.6.4.2.7 Modalità per la determinazione della capacità drenante su strati superficiali di pavimentazione

Questa procedura descrive le modalità, il campo di applicazione, lo scopo, del sistema di misura della permeabilità di strati superficiali di pavimentazione.

La metodologia consiste nel misurare la capacità di smaltimento d'acqua di una pavimentazione mediante l'utilizzo di un contenitore cilindrico con dimensioni e forma definite, che viene posto sulla pavimentazione in esame e riempito con

acqua.

Il tempo necessario per lo svuotamento di un dato volume d'acqua contenuta dal recipiente permette di misurare la permeabilità della pavimentazione.

APPARECCHIATURA DI PROVA

Per la esecuzione della prova vengono utilizzate le seguenti attrezzature e strumentazioni di seguito riportate:

- 13.6.4.2.7.1 Contenitore cilindrico (permeabilmetro), vedi fig. 19.6.4.2.7.
 13.6.4.2.7.2 Mastice o silicone per il fissaggio del permeabilmetro sulla pavimentazione

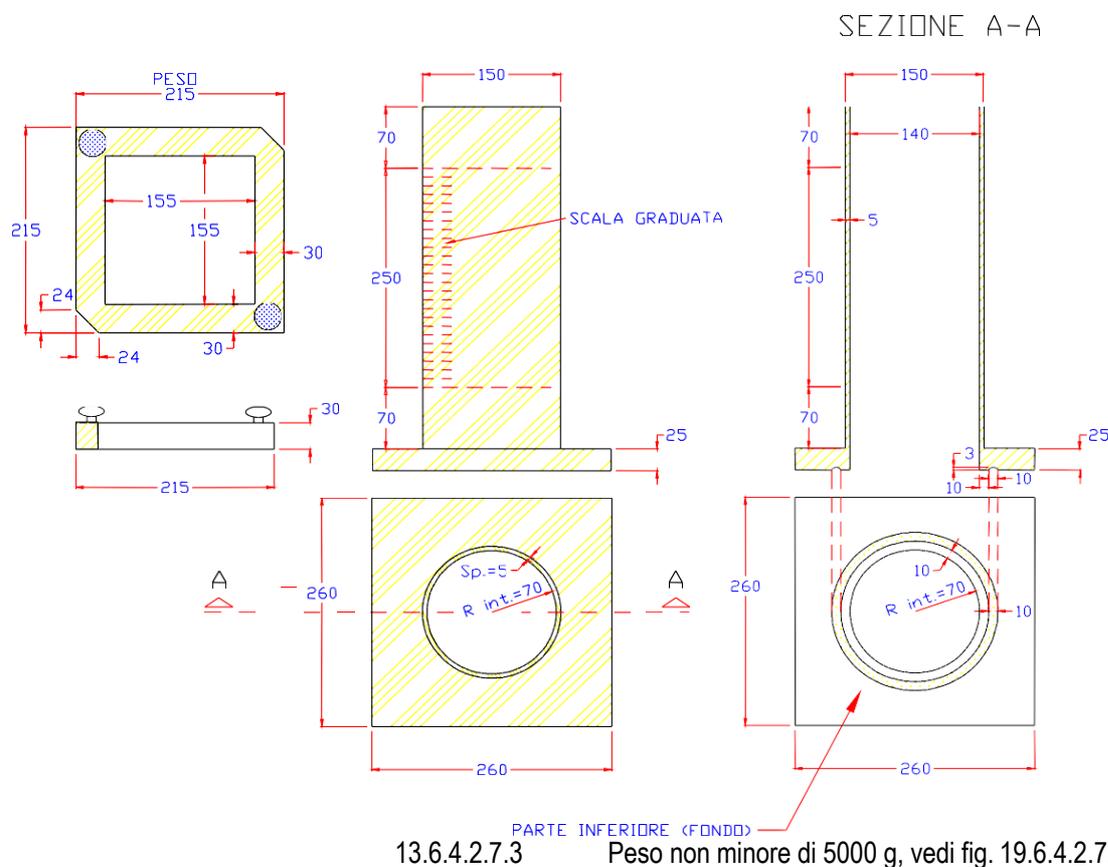


Fig. 19.6.4.2.7.

DESCRIZIONE E MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Si pone il permeabilmetro vuoto sulla pavimentazione in esame tracciando con un gesso cerato il bordo esterno ed il cerchio interno del permeabilmetro che rappresenta l'area di prova.

Tolto il permeabilmetro dall'area tracciata, esclusa quella di prova, si spalma accuratamente il silicone, sigillando i fori superficiali della pavimentazione; inoltre sul fondo dello strumento, nella parte solcata intorno al foro cilindrico, va applicato un filo di silicone, facendo attenzione che sia superiore alla profondità del solco di circa 2 mm.

Si pone lo strumento sulla pavimentazione, facendolo coincidere con i segni precedentemente effettuati, per evitare qualsiasi riduzione dell'area di prova; si applica un peso (non minore di 5000 g) per migliorare l'aderenza al suolo dello strumento.

Subito dopo, per eliminare l'aria contenuta nel conglomerato e per renderne uniforme la temperatura nell'area di prova, si effettua un primo riempimento del permeabilmetro; non appena il livello dell'acqua arriva allo zero della scala graduata (livello inferiore), si riempie nuovamente il permeabilmetro fino al bordo superiore, facendo in modo di far trascinare una certa quantità di acqua.

Non appena il livello dell'acqua arriva alla soglia superiore della scala graduata (altezza di 250 mm), si fa partire la rilevazione dell'intervallo di tempo che termina quando il livello d'acqua è sceso fino allo zero di gradazione.

Il rapporto tra la quantità d'acqua (in dm³ nota) e l'intervallo di tempo trascorso (in minuti) rappresenta la capacità drenante espressa in dm³/min.

Il valore singolo è ricavato dalla esecuzione di due prove distanti 1 metro (mediandone i due valori).

Si riportano di seguito i criteri di misura affinché le VERIFICHE DI DRENABILITÀ siano statisticamente significative :

- Effettuare (per siti di stesa di almeno 10.000 mq - pari ad 1 km di carreggiata su tratte a 2 corsie) almeno n.6 "Punti di Misura" di drenabilità distanziati di circa 50 m ed alternati sul lato dx/sx della/e corsia/e oggetto delle verifiche (è opportuno, compatibilmente con le condizioni di segnaletica a disposizione, valutare tutto l'insieme delle corsie interessate) – Vedi schemi sottostanti –.
- Per ciascuno dei "Punti di Misura" dovranno essere effettuate n.2 prove di drenabilità, da cui deriverà un Valore Medio rappresentativo della capacità drenante del "Punto di Misura"
- Non è consentito (risultati anormali) eseguire le prove in corrispondenza del giunto longitudinale di stesa o dei giunti trasversali di ripresa lavori
- Il DATO da utilizzare per la valutazione delle Performance sarà costituito dalla MEDIA dei 6 Valori Medi ricavati per ciascun "Punto di Misura", relativo pertanto ad un tratto di corsia lungo almeno 250 m ("sezione di misura").
- Per siti di dimensioni maggiori, ripetere tale "set" di prove un numero di volte proporzionale all'estensione, allocando alternativamente la "sezione di misura" su tutte le corsie lavorate.
- L'esecuzione delle prove deve avvenire a ridosso dei lavori di stesa (così da sfruttare le segnaletiche del cantiere in atto anche per i test di drenabilità) od al massimo entro 14 gg dal termine della stesa stessa (questo caso - da evitare il più possibile - comporta l'aggravio di dover predisporre nuove segnaletiche). Tale modalità di controllo renderà omogenee e confrontabili le misure eliminando effetti di "invecchiamento" dello strato. Inoltre consente comunque di gestire in "real time" eventuali problematiche insorte.

RISULTATI DELLE PROVE

Il valore di permeabilità - capacità drenante viene espresso in lt/min come valore medio (M) delle due prove effettuate nel punto della pavimentazione in esame. $(0.8 \div 1.2) \times M$ rappresenta l'intervallo di capacità drenante entro cui devono cadere le due prove per poter essere ritenute valide.

13.7 Controlli prestazionali e relative penali

Per i materiali di fondazione (non legati e legati) e per i bitumi, se non c'è il raggiungimento delle prestazioni richieste, verranno applicate le penali definite negli specifici articoli e qui di seguito richiamate in modo sintetico. (L'omissione in questo articolo di alcune penali riportate in altre parti delle presenti NTA non ne elimina la validità).

Se sullo stesso manufatto si verifica la concomitanza di più penali per diversi motivi il massimo tetto, comunque non superabile, sarà del 50% (cinquantapercento). In questi casi ci si riserva in alternativa la facoltà di rifacimento a cura e spese dell'Impresa.

	REQUISITI	ARTICOLO	PENALI
Conglomerati : Durata a fatica	Non inferiore a quella del c.b. di riferimento	Art.19.4.1.2 Art. 19.7.2.1	10%
Conglomerati : Caratteristiche della Miscela	Non inferiore a quelle prescritte	Art.19.4.1 Art.19.7.2.2	10%
Conglomerati : Posa in Opera		Art.19.5.5 Art. 19.6.2.5 Art. 19.7.2.3	5%
Portanza : Fondazione non legata (Modulo Elastico E)	$E > 1850 \text{ daN/cm}^2$	Art. 29.5.	10%
Portanza : Fondazione (o sottobase) a legante idraulico o equiparata (Modulo Elastico E)	Moduli secondo Fig. 1		10 20%
Qualità dei Bitumi	Caratteristiche varie	Art. 19.3.1.1	10%

(*) Per ogni valore non raggiunto (detrazione massima 6%)

Altre penali sono presenti nei relativi articoli, come per esempio quella della segnaletica ad alta retroflessione.

Dettagliamo nel seguito le altre prestazioni richieste, misurate con i mezzi ad Alto Rendimento della Committente (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente) e le penali conseguenti per il non raggiungimento delle suddette.

13.7.1 Controlli ad alto rendimento: Tutti i tipi di conglomerato bituminoso

13.7.1.1 Portanza: Requisiti

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il modulo elastico che sarà ricavato interpretando una serie di misure di deflessione dinamica effettuate con apparati di tipo F.W.D/H.W.D (le prove potranno essere effettuate anche da "terzi", su specifiche fornite dalla committente); per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati a cavo aperto dalla D.L. e/o potranno essere ricavati mediante una opportuna campagna di carotaggi successiva da eseguire con un passo non inferiore a 500 m.

Per la valutazione del modulo medio complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del Pacchetto degli strati legati a bitume $\geq 10 \text{ cm}$), le prove di deflessione dinamica avverranno su pavimentazioni nuove o

con il pacchetto degli strati legati a bitume completamente rinnovato.

Le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 10° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato e prima dell'apertura al traffico.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante il programma "BACAN" (che verrà utilizzato dalla committente interpretando anche prove deflettometriche effettuate da "terzi") ed il valore dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C. secondo curve di correzione proposte dalla committente.

Le prove dinamiche tipo F.W.D./H.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 30°C. Le misure di F.W.D./H.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 mt di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 mt. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 20, qualsiasi sia la sua lunghezza. Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in daN/cm², ricavato dai moduli risultanti dalle misure puntuali di F.W.D./H.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono 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 da un programma di calcolo collegato al "BACAN".

13.7.1.2 Portanza: Penali

In funzione del valore medio del modulo dello strato o del pacchetto di strati soggetto a prova, lo strato od il pacchetto interessato e tutti gli strati sovrastanti verranno penalizzati degli importi elencati nella seguente tabella :

MODULO DI ELASTICITÀ (E) dello Strato o del Pacchetto di strati legati a bitume soggetti a prova (daN/cm ² a 20°C)	PENALITÀ per lo strato o pacchetto di strati soggetti a prova ed eventuali strati sovrastanti
$E > 150000$	Detrazione del 15%
$120000 \leq E \leq 150000$	Detrazione del 10%
$55000 \leq E < 120000$	Prestazione valida
$45000 \leq E < 55000$	Detrazione del 10%
$35000 \leq E < 45000$	Detrazione del 20%
$30000 \leq E < 35000$	Detrazione del 50%

Nel caso in cui il modulo riscontrato risulti inferiore ai 30000 daN/cm² il lavoro non sarà considerato accettabile, e la D.L., anche tenendo conto dell'estensione e della distribuzione delle tratte omogenee carenti potrà richiedere il suo rifacimento a completa cura e spesa dell'Appaltatore.

13.7.1.3 Aderenza e Macrotessitura: Requisiti

Nei tappeti e/o trattamenti superficiali dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessitura granulometrica superficiale (macro - tessitura) idonei in rapporto a:

- A. I tipi di materiale e/o trattamenti usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- B. Le condizioni piano - altimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- C. Il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n° 147 del 14.12.92 - la relazione tra il valore CAT qui prescritto, denominato CAT_{aut}, e quello definito dalla norma CNR, denominato CAT_{cnr}, è : CAT_{aut} = CAT_{cnr} x 100) deve risultare superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	CAT prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	58
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	45
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	55
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	55
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	60
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	53
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	62
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	62
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	72

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrotessitura superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM- TRRL) o mediante il SCRIM/SUMMS dovrà essere superiore o uguale ai seguenti valori:

MATERIALE	HS prescritto
Conglomerati bituminosi normali e speciali per usura (tipo CB, CBS, CBH)	0,3 mm
Conglomerati bituminosi normali e speciali per binder (tipo CB, CBS, CBH): provvisori	0,2 mm
Conglomerati bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)	0,4 mm
Conglomerati bituminosi con inerti chiari e irradiati	0,5 mm
Conglomerati bituminosi (tipo CB, CBS, CBH) con argilla espansa	0,3 mm
Conglomerati bituminosi drenanti, drenanti strutturali (tipo CBD; CBDS)	0,8 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 9 mm	0,6 mm
Microtappeti a freddo (Macroseal - tipo MTF) - spessore 6 mm	0,5 mm
Trattamenti superficiali con leganti sintetici (Italgrip - tipo TSS)	0,8 mm
Trattamenti di irruvidimento con sistemi meccanici:	
- All'esterno di gallerie e all'interno di gallerie con possibili ristagni d'acqua	0,5 mm
- All'interno di gallerie impermeabilizzate	0,4 mm

Le misure di CAT e HS interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico, ad eccezione dei conglomerati bituminosi

drenanti per i quali le misure dovranno essere effettuate tra il 60° ed il 270° giorno dall'apertura al traffico.

Per quanto riguarda le misure di CAT e HS, effettuate con il SCRIM / SUMMS, dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; le misure di CAT e HS dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m. e i valori misurati di CAT e HS potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m. per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici. Per la VALUTAZIONE delle CARATTERISTICHE di ADERENZA e MACROTESSITURA SUPERFICIALE si farà riferimento ai valori medi di CAT e HS, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m.) o dai valori già mediati ogni 50 mt, relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata. Per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori medi di CAT e HS ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato (CAT ed HS) su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di CAT ed HS relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Per quanto riguarda le misure di HS eseguite con il "mini texture meter" il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m. ed ogni 50 m. lungo ogni striscia longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m. (uno per ciascuna striscia longitudinale).

13.7.1.4 Aderenza e Macrotessitura: Penali

Qualora il valore medio di CAT o HS, come definito in precedenza per ciascuna TRATTA OMOGENEA (Misure SCRIM o SUMMS) o per ciascuna tratta da 50 m. (Misure di HS con "mini texture meter"), sia inferiore ai valori prescritti ridotti di una tolleranza pari al 10%, per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

CAT = 40

HS = 0,25 mm (eccetto i binder provvisori per i quali vale il valore prescritto in tabella)

Qualora i valori medi di CAT o HS, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea (Misure SCRIM o SUMMS)

o per ciascuna tratta da 50 m (Misure di HS con “mini texture meter”), siano inferiori o uguali ai valori ritenuti inaccettabili, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari almeno al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di CAT e HS al di sopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

13.7.1.5 Regolarità: Requisiti

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici dovrà rispondere ai seguenti requisiti: Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, inferiore a 1,8 mm/m. nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata, **inferiore a 2,0 mm/m.** nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

A discrezione della Direzione Lavori potrà essere richiesto il rilevamento dell' Indice CP (Coefficiente di Planarità), calcolato a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione opportunamente filtrato per separare i diversi campi di lunghezze d'onda :

Campi di lunghezza D'onda	Intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata	Intervento limitato a una parte della carreggiata
Fino a 2,5 m. :	CP2,5 < 80	CP2,5 < 120
Da 2,5 m. a 10 m. :	CP10 < 160	CP10 < 240
Da 10 m. a 40 m. :	CP40 < 320 (valore consigliato)	CP40 < 480 (valore consigliato)

Queste prescrizioni valgono per :

- 13.7.1.5.1 Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH
- 13.7.1.5.2 Conglomerati Bituminosi rigenerati in sito
- 13.7.1.5.3 Conglomerati Bituminosi modificati con polimeri per viadotti (tipo CBV)
- 13.7.1.5.4 Conglomerati Bituminosi con inerti chiari, irradiati
- 13.7.1.5.5 Conglomerati Bituminosi tipo CB, CBS, CBH con Argilla espansa
- 13.7.1.5.6 Conglomerati Bituminosi drenanti e drenati strutturali (tipo CBD, CBDS)

Le misure profilo longitudinale interesseranno almeno una corsia (marcia o marcia lenta), dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 4° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN e dovranno essere effettuate con un “passo di misura” di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m.) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m. a partire dal profilo longitudinale misurato; i valori degli indici CP2,5-CP10-CP40 verranno calcolati con un "passo" di 100 m., rispettivamente per i tre campi di lunghezze d'onda sopra definiti a cui corrispondono tre profili che si ottengono filtrando il profilo misurato.

Per la VALUTAZIONE della CARATTERISTICA di REGOLARITÀ SUPERFICIALE, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m.), relativi a ciascuna TRATTA OMOGENEA in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per TRATTE OMOGENEE si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 4 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale".

I valori medi di IRI ricavati per ciascuna TRATTA OMOGENEA dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Nel caso in cui l'apparato di misura abbia rilevato l'Indice IRI su i due lati della corsia in esame è facoltà della Committente analizzare entrambe le serie di misure per poi prendere in considerazione, per il confronto con le prescrizioni sopra riportate, i valori medi di IRI relativi alle TRATTE OMOGENEE in condizioni peggiori.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice CP, si farà riferimento ai tre valori CP2,5-CP10-CP40 per tratte da 100 m. di lunghezza: i valori dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

13.7.1.6 Regolarità: Penali

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5-CP10 per tratte da 100 m., non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

I valori della soglia di non accettabilità sono :

$$\text{IRI} = 3,5 \text{ mm/m.}$$

$$\text{CP2,5} = 160$$

$$\text{CP10} = 320$$

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, o uno o entrambi i valori CP2,5 e CP10 per tratte da 100 m., sia maggiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili sopra elencati, l'Appaltatore dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza a alla stesa di un nuovo strato; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità

precedentemente descritti.

13.7.1.7 Regolarità dei giunti: Requisiti e penali

La regolarità della superficie di rotolamento dei pneumatici in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli impalcati da ponte dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- Indice I.R.I. (International Roughness Index), calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione inferiore a 5,0 mm.

Le misure profilo longitudinale interessano almeno una corsia (marcia o marcia lenta) e dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° e 180° giorno dell'apertura al traffico utilizzando l'apparecchiatura ARAN. Le misure profilo longitudinale dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm e i valori dell'indice IRI verranno calcolati a partire da tale profilo con un "passo" di 5 m.

Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale dei giunti di dilatazione si farà riferimento ai valori dell'indice IRI nel cui intervallo di calcolo (L= 5 m.) si trova ad essere posizionato almeno un giunto; qualora tale parametro non soddisfi le condizioni richieste, il giunto di dilatazione, ricadente nel relativo intervallo di calcolo verrà penalizzato del 15% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva del giunto anche se le misure interessano una corsia), questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata.

Il valore della soglia di non accettabilità è:

$$IRI = 7 \text{ mm/m.}$$

Qualora il valore di IRI, come definito in precedenza, sia maggiore o uguale al valore ritenuto accettabile sopra specificato, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa per tutta la sua larghezza ed al rifacimento del giunto di dilatazione; il nuovo giunto sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo ed agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

13.7.2 Controlli tradizionali: Tutti i tipi di conglomerati bituminosi

13.7.2.1 Durata a fatica

Le prove di durata a fatica (norma UNI EN 12697-24 all.E) andranno svolte su provini cilindrici da pressa girevole (150mm) e/o ottenuti da carotaggi (stesso diametro), in genere per i conglomerati bituminosi di base; potranno essere applicate anche ad altri tipi di conglomerati chiusi.

Le prove verranno effettuate con modalità brasiliana (trazione indiretta su provino appoggiato sul fianco).

Il risultato ottenuto in termini di numero di cicli alla temperatura di controllo di 10 °C su di un primo provino, dovranno essere superiori o uguali a quelli del materiale di riferimento rappresentato da una curva $\log N / \log \sigma$ alla stessa temperatura. Se non si otterrà questo risultato sul primo provino, la prova andrà ripetuta su un secondo; se si avrà per esso un risultato negativo (inferiore al riferimento) si applicherà la penale; se positivo si effettuerà una terza prova, che darà luogo alla penale se negativa.

In tale caso lo strato oggetto di prova (ed il pacchetto che lo ricopre) verrà penalizzato del 10% del suo costo : tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova di fatica.

13.7.2.2 Caratteristiche della miscela

La non rispondenza (uno o più parametri non conformi) ai requisiti meccanici (Rt e CT), Volumetrici, Granulometrici e di Contenuto di Bitume (vedi Art. 19.4.1. e successivi) comporterà l'applicazione di una penale pari 10% del costo dello strato sottoposto a prova.

Tale costo verrà determinato utilizzando la larghezza complessiva dello strato e la lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato sottoposto a prova.

13.7.2.3 Posa in opera della miscela

Come specificato all' art. 19.5.5, la messa in opera di strati compromessi (che presentano ad esempio : anomalie di stesa o di compattazione, perdite di materiale, giunti longitudinali o giunti trasversali di ripresa mal eseguiti, aperti o sgranati) comporterà a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, in aggiunta alla rimozione e ricostruzione a cura e spese dell'Impresa, l'applicazione di una penale pari 5% del costo dello strato.

Tale costo verrà determinato partendo dalla larghezza complessiva dello strato e dalla lunghezza della tratta messa in opera nella giornata in cui è stato steso il conglomerato che presenta compromissioni, con detrazioni proporzionali alla diffusione dei difetti.

La D.L. rileverà per tutti gli eventi di questo tipo, i seguenti dati : ubicazione, tipo di lavorazione, data di messa in opera, tipo di difetto rilevato, almeno n.2 foto digitali dei difetti, costo di riferimento per la penale.

La D.L. valuterà l'applicazione delle penali, tenendo anche presente le segnalazioni dell'Impresa, trasmesse, relative ad eventi particolari, non riconducibili a responsabilità dell'Impresa, che hanno condizionato la buona riuscita dei Lavori (ad es. : incidenti, code, ordini della P.S., etc.).

13.7.2.4 Spessori: penali

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di Progetto.

Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine (diametro 50 mm) o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm). Su tali carote, prelevate casualmente dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, sulla superficie di pavimentazione stesa tra due scambi di carreggiata, dovranno essere effettuate almeno 30 misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione. La Direzione Lavori si riserva anche 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.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI 4723-84).

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, ed il loro scarto tipo "S", definito come la radice quadrata positiva della media (corretta) dei quadrati degli scarti di tutte le osservazioni (varianza) e fornito dall'espressione:

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n} \right)}$$

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di Progetto.

Singoli valori x_i potranno essere inferiori a tale minimo purché lo scarto tipo S delle misure non superi il 30% della loro media, e la differenza tra il valore massimo e minimo non superi il 20% del valore medio M.

Le misure che generano uno scostamento superiore ai suddetti valori vanno eliminate dal computo e va ripetuto il calcolo della nuova media da verificare con i criteri testé indicati.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile nel fatto che M è inferiore al 93% dello spessore di Progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure, che normalmente è quella lavorata tra due scambi di carreggiata. Nessuna penalità verrà applicata se la media M è uguale o superiore al 93% dello spessore di Progetto, tranne il caso in cui il 90% delle misure x_i risultino di spessore compreso tra quello di Progetto ed il 7% in meno dello stesso; in tale circostanza verrà applicata una detrazione del 5% al prezzo di elenco.

Per una insufficienza di spessore presentata da valori di M appartenenti agli intervalli da 7% a <10%, da 10% a <20%, da 20% a <40% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte rispettivamente del 20%, del 35% e del 50%. ogni deficienza di spessore superiore al 40% comporterà il rifacimento e/o la ricopertura gratuita.

13.8 Controlli

13.8.1 Prestazioni di controllo da parte della committente

L'attività inerente i controlli sui progetti, sulle idoneità delle miscele e sui rilievi ad Alto Rendimento, si svilupperà nel seguente modo:

PROGETTO DELLE MISCELE

13.8.1.1 Verifica inerti (tutti)

13.8.1.2 Verifica bitumi (tutti)

13.8.1.3 Verifica curve di progetto delle curve di progetto anche presso i cantieri e/o per lavorazioni sperimentali (tutte).

CONTROLLO LAVORI

13.8.1.4 Verifiche volumetriche e compositive delle miscele con frequenza giornaliera per impianto di produzione

13.8.1.5 Verifiche sui bitumi: settimanale oppure ogni 2500 m³ di stesa

13.8.1.6 Misure ad alto rendimento (Aderenza, regolarità ecc.): almeno un passaggio.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle N.T.A. eseguiti dalle imprese esecutrici devono essere presentati alla Direzione Lavori per la verifica ed l'approvazione. L'impresa esecutrice dei lavori di pavimentazione deve far pervenire a proprie spese, alla Direzione Lavori con congruo anticipo prima dell'inizio dei lavori, gli studi di progetto unitamente a tutti i componenti impiegati per la loro realizzazione (graniglie, sabbie, additivi, bitume ecc.).

LA Direzione Lavori provvederà ad eseguire per ciascuna miscela e su tutti i materiali presentati una serie di analisi finalizzate alla verifica dei dati progettuali e di idoneità.

Tutte le curve di progetto per i conglomerati bituminosi presentate dall'Impresa esecutrice dei lavori devono essere verificate secondo l'apparecchiatura "Pressa Giratoria" (UNI EN 12697-31/2004).

Gli aggregati lapidei ed il bitume tal quale e/o modificato impiegati nelle lavorazioni devono essere prelevati dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Impresa esecutrice dei lavori ed accompagnati da dettagliati verbali di prelievo.

Le quantità di materiali che devono pervenire presso il Laboratorio indicato dalla D.L., per i conglomerati bituminosi, devono essere le seguenti:

Inerti ≤ 5 mm : 40 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)

≥ 5 mm : 60 Kg per ogni pezzatura. (sacchi da 20 Kg)

Filler : 5 Kg

Bitume : 10 Kg

Art. 14 Segnaletica verticale e orizzontale

14.1 Premessa

Nel presente Capitolato Speciale sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale.

La segnaletica stradale verticale e 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 il livello di sicurezza e facilitando l'uso dell'infrastruttura e dei servizi da parte degli utenti.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia, nonché a quanto previsto nelle soluzioni segnaletiche di dettaglio, ed. gennaio 1996, approvate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con lett. prot. n° 575 del 4 marzo 1996 (lett. n°

247.0614.00 del 14 maggio 1996), al presente Capitolato Speciale e a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

14.2 Capo I – Segnaletica verticale

14.2.1 Produzione

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori in possesso di un Certificato di Conformità del prodotto finito rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, come previsto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 del 11.03.1999; la data di rilascio di detto certificato non deve essere superiore a cinque anni all'atto di partecipazione alla gara e deve essere presentata nella sua stesura integrale.

14.2.2 Costruzione dei segnali

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

14.2.2.1 Forme e dimensioni dei segnali

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme citate in Premessa.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi Allegato al D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, Titolo II, tab. II 16 – Distanza di leggibilità in funzione dell'altezza delle lettere) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m. Nelle strade urbane con velocità massima non superiore a quella stabilita dall'articolo 142, comma 1, del codice, la distanza può essere ridotta in relazione alla situazione dei luoghi.

14.2.2.2 Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di ferro tipo P-AL 99,5, dello spessore 30/10 mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00 m², mentre per i cartelli con superficie inferiore a 2,00 m² la lamiera di alluminio deve essere di uno spessore di 25/10 mm.

Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70 °C;
- b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/ m² (valore medio ottimale 270 mg/ m²) secondo la norma UNI 9921;
- c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60 e +70 °C;

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

14.2.2.3 Rinforzo perimetrale del cartello

Il rinforzo perimetrale deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

14.2.2.4 Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto all'art. 38.2.2.5.

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile da 1/4" sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

14.2.2.5 Traverse di rinforzo

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse, è \geq di 500 mm. Se la misura del cartello è $<$ di 500 mm le traverse a C devono essere di 45x17x12 mm e su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro di cui all'art. 38.2.2.7.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm. I cartelli devono avere non meno di due traverse.

La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato. Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

14.2.2.6 Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

Utilizzando la traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

14.2.2.7 Traverse di irrigidimento

Le traverse di irrigidimento devono essere in ferro qualità UNI EN 10025 - S235JR, dello spessore minimo di 4 mm, piegate a C con le dimensioni di 50x25x18 mm,

Dette traverse, della lunghezza prescritta come art. 38.2.2.5, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse di rinforzo nella qualità necessaria.

Sia le traverse che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. 38.2.3.10.

14.2.2.8 Attacchi

Le traverse di rinforzo e le traverse di irrigidimento, in caso di loro utilizzo, poste sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere

adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 38.2.3.10 delle presenti Norme.

14.2.2.9 Verniciatura del cartello

La verniciatura deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una vernice a polvere a base di resine cotte al forno a temperatura di cottura 140 °C, spessore 25-35 mm, di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

14.2.2.10 Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni progettuali:

- a) con pellicola non retroriflettente (PNR);
- b) con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
- c) con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2) o di classe 2 microprismatica (CL2-mp);
- d) con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica (CL2S-mp)
- e) con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica trattata con materiali atti ad evitare la formazione di condensa (CL2S-mp-a);
- f) con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita con l'adesivo presente nella pellicola stessa.

Possono essere utilizzate pellicole già colorate o pellicole bianche successivamente colorate mediante procedimento serigrafico. Gli elaborati progettuali conterranno la tipologia di pellicola da utilizzare.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche – colorimetriche e di rifrangenza - inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Nei cartelli di dimensioni superiori a 2 m² ognuna delle pellicole applicate sul cartello deve avere una superficie minima di 0,70 m².

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. del 31 Marzo 1995 n. 1584 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995). Le pellicole microprismatiche devono in più avere caratteristiche prestazionali che soddisfino i requisiti della Norma Nazionale UNI 11122.

La Direzione Lavori può richiedere pellicole, con tecnologia microprismatica, ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

1. segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità, rispetto alla classe 2, alle brevi, medie e lunghe

- distanze (segnaletica di cantiere);
2. segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione e interpretazione da parte del conducente del veicolo;
 3. strade ad elevata percorrenza di mezzi pesanti;
 4. strade con forte illuminazione ambientale.

Possono essere utilizzate le pellicole di classe 2S-ms-a , trattate con materiali atti a evitare la formazione di condensa, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario, in zone soggette a tale evento atmosferico. Dette pellicole debbono essere accompagnate da una relazione tecnica, relativa alla valutazione delle effettive proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura come previsto dal D.M. 31.03.1995.

14.2.2.11 Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura come da art. 38.2.2.9, devono essere chiaramente indicati: l'ente o l'amministrazione proprietari della strada il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il marchio dell'Organismo di certificazione e il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 0,02 m².

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione, ove previsto.

14.2.3 Costruzione delle strutture

14.2.3.1 Norme progettuali di riferimento

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo deve assumersi come riferimento l'apposita normativa in materia.

Nella costruzione di profilati di acciaio formati a freddo, si devono rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impegnati.

14.2.3.2 Sostegni per cartelli

I sostegni devono essere in ferro tubolare qualità UNI EN 10025 - S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
90	4,0	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 38.2.3.10 delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà

al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di Progetto, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

o **Zincatura a caldo per immersione**

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nel presente Capitolato Speciale devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 EN 1179/05.

I valori di zincatura prescritti dalla suddetta norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m ²		Spessore dello strato di zinco µm	
	Media sui campioni esaminati	Minima su campione singolo	Medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe ø 60 e ø 90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari ø 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C	400	350	57	50

e D				
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- a - determinazione della massa dello strato di zinco;
- b - qualità dello zinco;
- c - spessore dello strato di zinco;
- d - uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- e - aderenza dello strato di zinco.

14.2.4 Posa in opera

14.2.4.1 Caratteristiche generali

14.2.4.1.1 Visibilità dei segnali

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente dall' art. 39 del D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) nonché dall'art. 79 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610.

Per i segnali di indicazione tale distanza è di 250 m

14.2.4.1.2 Distanza dalla carreggiata

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,30 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

14.2.4.1.3 Altezza dalla pavimentazione

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 0,60 m e massimo 2,20 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70 - 1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui

altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

14.2.4.1.4 Installazione della segnaletica

L'installazione della segnaletica al lato della carreggiata deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

14.2.4.2 Posa in opera degli impianti su terra

Nella posa in opera di tubolari in ferro di sostegno su terra si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento non inferiore alla classe Rck 20 MPa delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m.

Nei casi in cui non si ritenga idonea, per la stabilità dell'impianto, la fondazione sopradescritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla. Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso.

Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico che sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente piano di posa.

14.2.5 Rettifiche e rimozione

14.2.5.1 Rettifiche alla segnaletica

L'Appaltatore si deve assumere la responsabilità della perfetta conservazione della segnaletica in opera accollandosi l'incarico di eseguire le eventuali correzioni, modifiche o aggiunte sui cartelli già in opera che possono essere ordinate dalla Direzione Lavori fino al giorno del collaudo.

Nel caso di piccole correzioni, l'Appaltatore deve provvedere sul posto alla modifica impiegando pellicole autoadesive.

Quando sia necessario operare in laboratorio dette correzioni, queste devono essere eseguite nel modo descritto all'art.

38.2.2.10.

Le sopraccitate modifiche devono essere compensate come da Elenco Prezzi.

Il giudizio sull'esattezza del posizionamento dei segnali deve essere riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e rimane ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

14.2.6 Certificazioni e prove

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in Progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma CNR UNI 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione. Per le unioni saldate si dovrà produrre le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI EN 1714/05.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nel presente Capitolato Speciale.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura possono essere inviate dalla Direzione Lavori ad un laboratorio di fiducia per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione prima e dopo la verifica verranno addebitate al fornitore.

14.2.6.1 Forme e dimensioni dei segnali

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle

previste dalle norme citate in Premessa ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di Progetto.

14.2.6.2 Qualità dell'acciaio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

14.2.6.3 Bulloneria

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Appaltatore tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI EN 20898 classe 8.8.

14.2.6.4 Unioni saldate

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore tutte le strutture, sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

14.2.6.5 Zincatura

Dovranno essere applicate le penali sotto elencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto all'art. 38.2.3.10

Tipo	Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
A	Fino al 10%	5%
B	Dal 10% al 20%	10%
C	Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

14.2.6.6 Alluminio

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Appaltatore tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

14.2.6.7 Pellicole retro-riflettenti

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Appaltatore.

14.2.6.8 Posa in opera

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Appaltatore; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori. Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

14.3 Capo III – Segnaletica orizzontale

14.3.1 Segnaletica orizzontale

14.3.1.1 Premessa

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve rispondere a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di materiali da utilizzare per segnaletica orizzontale le cui proprietà rispondono a differenti standard di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale viene individuato in base a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento pianoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

L'Appaltatore, prima e durante i lavori, deve essere in grado di operare conoscendo i supporti su cui intervenire, i materiali da utilizzare e i macchinari con cui effettuare la messa in opera secondo quanto riportato nella Norma UNI 11154:2006. Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada Direzione Lavori n° 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n° 495 del 16/12/92, così come modificato dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n° 610 e dai disegni esecutivi di Progetto.

14.3.1.2 Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

14.3.1.2.1 Pitture:

Possono essere di due tipi:

1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

14.3.1.2.2 Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(*):

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

14.3.1.2.3 Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)

I nastri stradali elastoplastici preformati:

1 - per applicazioni provvisorie;

2 - per applicazioni poco sollecitate;

3 - per applicazioni altamente sollecitate

(*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

14.3.1.3 Tratti antinebbia

Sui tratti stradali individuati come "antinebbia" la linea di margine destro può avere le seguenti caratteristiche:

- lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16.12.1992 n.495.
- la forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di Progetto.

14.3.1.4 Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436:2004, ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori prestazionali minori a quelli richiesti sono da considerare insufficienti a garantire il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente subito dopo la posa in opera.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- Colore
- Retroriflessione (Visibilità notturna)
- Resistenza allo slittamento SRT Skid Resistance Tester (resistenza al derapaggio)
- Tempo di essiccazione

Il colore dei prodotti di segnaletica orizzontale è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferite al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dalle coordinate cromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Punti d'angolo delle regioni cromatiche per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE 10526).

Colore	Vertici				
		1	2	3	4
Bianco (materiali tipo a,b,c)	x	0.355	0,305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y2) (materiali tipo a,b,c)	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Blù(*)	x	0.078	0,150	0,210	0.137

y	0.171	0,220	0,160	0.038
Geometria di lettura: 45°/0°, illuminazione a (45°/15°) e misura a (0°/1°)				
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)				
(*) valori definiti secondo il diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 – 1991)				

La retroriflessione della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa.

Il valore minimo del coefficiente di luminosità retroriflessa (RL) in condizioni di superficie stradale asciutta, rilevato secondo la metodologia di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

Tipo di materiale e colore		Valore minimo RL (mcd·m ⁻² ·lx ⁻¹)
a,b	Bianco	150
a,b(classe Y2)	Giallo	150
C	Bianco	300
c (classe Y2)	Giallo	150
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)		

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza al derapaggio creato dalla interazione tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	SRT ≥45
Nota: SRT (British portable Skid Resistance Tester).	

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

Per le pitture il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un'umidità relativa inferiore a 80%.

Il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto

bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldamento) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

Prefabbricato conformabile (laminato elastoplastico)

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere trafficabili.

Prefabbricati conformabili (laminato elastoplastico)

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed ad elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non deve scolorire al sole.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.

- potrà essere effettuata, se ordinata dalla Direzione Lavori, anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

(L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori).

- su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, utilizzando del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate

automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

14.3.1.5 Controlli standard prestazionali dei materiali

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno e qualora non venissero evidenziati vizi le prove saranno a carico della Committente.

Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- Colore
- Retroriflessione
- Resistenza al derapaggio

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436:2004, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di $45^\circ \pm 5^\circ$ e un angolo di osservazione di $0^\circ \pm 10^\circ$.

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di 5 cm².

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5 cm², ad esempio 25 cm².

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI

EN1436:2004 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione $\alpha = 2,29^\circ$;
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2 m
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65 m
- superficie minima di misurazione 50 cm²;
- angolo di illuminazione $\varepsilon = 1,24^\circ$;
- distanza visiva simulata 30 m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.

d) strisce trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester ", come previsto nella UNI EN 1436:2004 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

14.3.1.6 Esecuzione dei lavori

La posa del materiale dipende dal tipo di prodotto da applicare al quale è associato una specifica attrezzatura. Per il controllo qualità dell'applicazione dei prodotti si deve fare riferimento alla UNI 11154:2006.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata, con mezzi meccanici idonei

cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti negli elaborati progettuali.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, ad effettuare la rimozione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti ecc.).

I materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

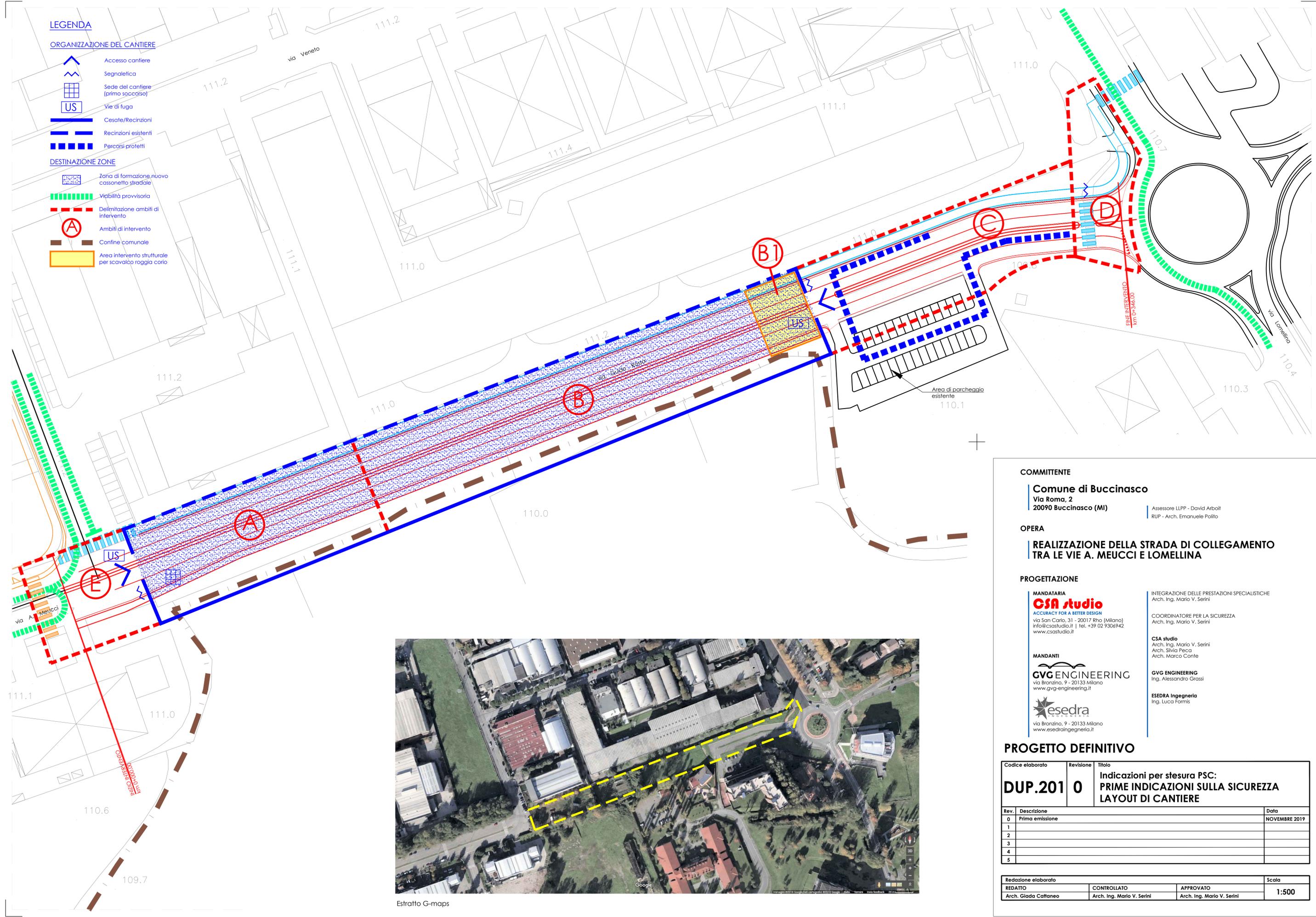
LEGENDA

ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

-  Accesso cantiere
-  Segnaletica
-  Sede del cantiere (primo soccorso)
-  Vie di fuga
-  Cesate/Recinzioni
-  Recinzioni esistenti
-  Percorsi protetti

DESTINAZIONE ZONE

-  Zona di formazione nuovo cassonetto stradale
-  Viabilità provvisoria
-  Delimitazione ambiti di intervento
-  Ambiti di intervento
-  Confine comunale
-  Area intervento strutturale per scavalco roggia corso



Estratto G-maps

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco
 Via Roma, 2
 20090 Buccinasco (MI)
 Assessore LLPP - David Arboit
 RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

**REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO
 TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA**

PROGETTAZIONE

MANDATARIA
CSA Studio
 ACCURACY FOR A BETTER DESIGN
 via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
 info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
 www.csastudio.it

MANDANTI
GVG ENGINEERING
 via Bronzino, 9 - 20133 Milano
 www.gvg-engineering.it

esedra
 via Bronzino, 9 - 20133 Milano
 www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
 Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
 Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio
 Arch. Ing. Mario V. Serini
 Arch. Silvia Pecca
 Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING
 Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria
 Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DUP.201	0	Indicazioni per stesura PSC: PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA LAYOUT DI CANTIERE

Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato	Scala	
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
Arch. Giada Cattaneo	Arch. Ing. Mario V. Serini	Arch. Ing. Mario V. Serini
		1:500

COMMITTENTE

Comune di Buccinasco

Via Roma, 2
20090 Buccinasco (MI)

Assessore LLPP - David Arboit
RUP - Arch. Emanuele Polito

OPERA

REALIZZAZIONE DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO TRA LE VIE A. MEUCCI E LOMELLINA

PROGETTAZIONE

MANDATARIA

CSA studio

ACCURACY FOR A BETTER DESIGN

via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
info@csastudio.it | tel. +39 02 9306942
www.csastudio.it

MANDANTI



GVG ENGINEERING

via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.gvg-engineering.it



via Bronzino, 9 - 20133 Milano
www.esedraingegneria.it

INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Arch. Ing. Mario V. Serini

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
Arch. Ing. Mario V. Serini

CSA studio

Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. Marco Conte

GVG ENGINEERING

Ing. Alessandro Grassi

ESEDRA Ingegneria

Ing. Luca Formis

PROGETTO DEFINITIVO

Codice elaborato	Revisione	Titolo
DUR.200	0	Indicazioni per stesura PSC: PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA RELAZIONE PSC
Rev.	Descrizione	Data
0	Prima emissione	NOVEMBRE 2019
1		
2		
3		
4		
5		

Redazione elaborato			Scala
REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	-
Arch. Ing. Mario V. Serini	Arch. Ing. Mario V. Serini	Arch. Ing. Mario V. Serini	

PRIME INDICAZIONI PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

INDICE

STATO DELL'OPERA.....	- 2 -
ACCESSO AL CANTIERE.....	- 2 -
INTERFERENZE DA RETI DI SOTTOSERVIZI	- 3 -
FOGNATURA	- 3 -
ACQUEDOTTO	- 3 -
ENEL	- 3 -
GAS METANO	- 3 -
TELECOM	- 4 -
ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	- 4 -
INTERFERENZA DELLA ROGGIA CORIO	- 4 -
SOMMARIO DELLE OPERE IN PROGETTO	- 4 -
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEI TERRENI	- 5 -
LITOSTRATIGRAFIA.....	- 5 -
IDROGEOLOGIA.....	- 6 -
RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE	- 6 -
IDENTIFICAZIONE AMBITI DI CANTIERE E RELATIVI VINCOLI	- 7 -
PERIMETRAZIONE DELLE AREE DI CANTIERE	- 7 -
VINCOLI PER CRONOPROGRAMMA	- 8 -
LAYOUT DI CANTIERE.....	- 8 -
ESTRATTI PLANIMETRICI.....	- 9 -
ESTRATTO PGTU: LOCALIZZAZIONE TERRITORIALE	- 9 -
ESTRATTO PGTU: INQUADRAMENTO VIABILITÀ LOCALE	- 10 -
ESTRATTO MAPPA CATASTALE	- 11 -
ESTRATTI RETI SOTTOSERVIZI	- 11 -

Stato dell'opera

L'opera consiste nella realizzazione di un nuovo tratto stradale di collegamento fra le vie A. Meucci e Lomellina. Attualmente la via Meucci termina con l'innesto sull'ortogonale via Lucania, mentre lungo via Lomellina si trova una rotatoria da cui si diparte un breve tratto stradale a fondo cieco, denominato via Guido Rossa. La nuova strada costituirà il proseguimento di via G. Rossa.

Il progetto preliminare prevede che la nuova strada disponga di doppia carreggiata con ampio spartitraffico, come è nella sezione stradale attuale sia di via Meucci sia di via G. Rossa, con carreggiate che dispongono di due corsie da metri 3,50+3,00

In sede di prosieguo delle attività di progettazione, a seguito dei rilievi topografici, sarà valutata la formazione di carreggiate asimmetriche, dove quella esterna disporrà anche di spazio parcheggio, sino a raggiungere il calibro attuale della via Meucci.

Completano la sezione stradale la presenza della pista ciclabile su lato interno, a quota leggermente sopraelevata rispetto al piano stradale, con separazione mediante cordolatura a doppio livello, nonché un marciapiede sul lato esterno. Sul lato interno il limite è dato da recinzioni esistenti, sul lato esterno la nuova strada confinerà col piano campagna (confine comunale).

Il nuovo innesto fra via Meucci e via Lucania sarà a "T" con spartitraffico continuo, sicché solo la carreggiata interna permetterà l'intersezione vera e propria con la via Lucania. Sul lato della via Guido Rossa, invece, data la necessità di formare l'accesso per il parcheggio e il complesso residenziale a Sud e la suddetta scelta in merito al calibro stradale, sarà necessario modificare il margine Sud della via G. Rossa, sino a comprendere l'innesto in rotatoria.

Le aree interessate dall'intervento sono in parte aree libere incolte, direttamente accessibile dal fondo cieco di via G. Rossa, mentre il parte sono aree recintate attualmente destinate a parcheggio, accessibili dalla testata di via Meucci.

In fase di progettazione definitiva si è proceduto a redigere il piano particellare per identificare esattamente le aree già pubbliche e quelle soggette a esproprio.

Accesso al cantiere

Il cantiere potrà essere accessibile da entrambe le estremità:

- Via di accesso al cantiere n° 1:
Da via Meucci, direttamente dalla testata cieca ove la via Meucci svolta in via Lucania.
- Via di accesso al cantiere n° 2:
Da via G. Rossa, mediante il tratto a fondo cieco dopo l'ingresso del complesso residenziale.

Entrambi gli accessi sono molto agevoli e connessi alla viabilità principale, mediante la stessa via Meucci sul lato Ovest e mediante l'ampia rotatoria su via Lomellina sul lato Est.

Per ragioni di viabilità e impatto sull'ambiente circostante si determina che l'accesso principale al cantiere sarà quello da via Meucci, con apertura del secondo accesso su via G. Rossa, quando occorrerà intervenire su tali aree.

Interferenze da reti di sottoservizi

Al fine di poter consegnare l'opera libera da vincoli che avrebbero condizionato la cantierabilità dell'opera in sicurezza, si è provveduto ad attività di coordinamento con gli Enti gestori delle reti di sottoservizi sul territorio, con il seguente esito.

Fognatura

- L'area di cantiere è interamente attraversata da una tubazione diam. 70 in cls per la quale sono state acquisite in progetto le informazioni occorrenti;
- Il tratto a fondo cieco di via G. Rossa è altresì provvisto di una rete di raccolta acque meteoriche che sarà oggetto di trasformazione in progetto.

Acquedotto

- NON interferente con l'ambito di cantiere principale;
- Interferente con l'innesto fra le vie Meucci e Lucania;
- Interferente con l'innesto fra via G. Rossa e la rotatoria.

Enel

- NON interferente con l'ambito di cantiere principale;
- E' presente rete con allacciamenti sul lato Sud di via A. Meucci, che non pare essere interferente con le aree di cantiere, ma ciò richiedere apposita verifica in loco con l'Ente gestore da attivare a cura dell'impresa appaltatrice;
- Potenzialmente interferente con l'innesto fra via G. Rossa e la rotatoria.

Gas metano

- NON interferente con l'ambito di cantiere principale;
- E' presente rete con allacciamenti sul lato Sud di via A. Meucci, che non pare essere interferente con le aree di cantiere, ma ciò richiedere apposita verifica in loco con l'Ente gestore da attivare a cura dell'impresa appaltatrice;

- E' presente rete con allacciamenti sul lato Sud di via G. Rossa, che non pare essere interferente con le aree di cantiere, ma ciò richiedere apposita verifica in loco con l'Ente gestore da attivare a cura dell'impresa appaltatrice;
- Potenzialmente interferente con l'innesto fra via G. Rossa e la rotatoria, per il quale tuttavia non si dispone di informazioni complete.

Telecom

- NON interferente con l'ambito di cantiere principale;
- Interferente con l'innesto fra le vie Meucci e Lucania;
- Interferente con l'innesto fra via G. Rossa e la rotatoria.

Altre reti di telecomunicazioni

- NON si dispone di informazioni.

Illuminazione pubblica

- Il nuovo impianto potrà essere realizzato come da progetto senza particolari vincoli rispetto all'esistete, mentre l'allacciamento dovrà prevedere le consuete manovre in coordinamento con l'Ente gestore connesse all'estensione di rete. Eventuali modifiche agli impianti esistenti dovranno essere effettuate previa sezionamento dei medesimi, a opera dell'ente gestore.

Interferenza della Roggia Corio

A seguito di rilievi topografici e di indagini sul sottosuolo, è stata individuata la presenza di un attraversamento dato dalla Roggia Corio, con alveo interamente entro un manufatto in c.a. di dimensione interne di circa m 2,50 x 2,00h in sezione.

Si è proceduto quindi ad apposito sopralluogo con tecnici dell'Ente competente (Consorzio Est Villorosi), assumendo conseguentemente la determinazione di mantenere tale alveo invariato, con realizzazione di una manufatto in c.a. "a ponte" di scavalco della roggia, fondato su pali.

Ai fini del cantiere, l'eventuale sormonto del manufatto attuale contenente l'alveo della roggia Corio è permesso solo con mezzi leggeri (Max 3,5 tonnellate p.t.t.): la possibilità di sormonto con mezzi più pesanti potrà avvenire solo previa predisposizione di apposita opera provvisoria di scavalco, in appoggio sulle murature perimetrali, di cui l'impresa appaltatrice dovrà presentare relazione di calcolo a firma di tecnico abilitato. Tuttavia sarà preferibile escludere tale eventualità, essendo disponibile l'accesso al cantiere dal lato Ovest (via Meucci ang. via Lucania).

Sommario delle opere in progetto

Il progetto comprende la realizzazione di opere stradali ordinarie su terreno pianeggiante che possono essere sommariamente suddivise nei seguenti corpi d'opera:

Opere stradali	Ext.	Demolizione di manufatti esistenti
Opere stradali	Ext.	Movimenti terra
Strutture	Ext.	Opera per scavalco roggia: scavi
Strutture	Ext.	Opera per scavalco roggia: fondazioni su pali
Strutture	Ext.	Opera per scavalco roggia: manufatto " a ponte" in c.a.
Opere stradali	Ext.	Formazione massicciate stradali
Opere stradali	Ext.	Tubazioni reti sottoservizi
Opere stradali	Ext.	Pavimentazioni stradali
Opere stradali	Ext.	Opere complementari
Opere stradali	Ext.	Opere a verde
Opere stradali	Ext.	Segnaletica

Caratteristiche geologiche dei terreni

L'area indagata presenta terreni naturali limoso sabbiosi dal grado di addensamento mediocre fino ad almeno 5-6 m dal piano campagna quota dalla quale si riscontrano orizzonti ghiaiosi ben addensati. In superficie con spessori variabili è possibile riscontrare la presenza di coltri di riporto che possono sia costituire orizzonti particolarmente addensati tali da bloccare la penetrazione delle indagini sia contenere quote parti di materiali (macerie, scorie, ecc.) non compatibili con il contesto ambientale.

Litostratigrafia

Le indagini in sito hanno consentito d'identificare la seguente litostratigrafia.

Unità litotecnica 1

Dal p.c. a 6 m dal p.c, Nspt 5-6, terreni verosimilmente costituiti da limi sabbiosi, angolo di attrito interno 25 - 26°, peso di volume 1,7-1,8 t/mc, coesione nulla, comportamento frizionale, non saturi, scarsamente addensati, USCS SM.

Unità litotecnica 2

Da 6 a 10 m dal p.c, Nspt 10-15, terreni verosimilmente costituiti da sabbie con ghiaia, angolo di attrito interno 27 - 30°, peso di volume 1,8-1,9 t/mc, coesione nulla, comportamento frizionale, parzialmente saturi, mediamente addensati, USCS SP.

Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico secondo l'elaborazione della documentazione consultata sono riscontrabili le acque sotterranee mediamente attorno ai 4 m dal p.c. con oscillazioni metriche stagionali in un funzione delle precipitazioni e dell'irrigazione dei campi; le indagini in sito hanno però riscontrato la presenza delle acque sotterranee attorno ai 2 m dal p.c..

Alle miscele limoso sabbiose presenti fino ad almeno 5-6 m di profondità è attribuibile una permeabilità medio bassa 10^{-5} m/s.

Eventuali fronti di scavo manterranno un profilo di stabilità a lungo termine per inclinazioni di 55°.

Raccomandazioni esecutive

Per garantire la massima efficienza esecutiva delle opere sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

- Si consiglia di realizzare gli interventi con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare sia il fastidioso rammollimento dei terreni sia la presenza di filtrazioni dalle pareti e dal fondo scavo; nel primo caso sarà opportuno riparare gli scavi dall'azione delle acque meteoriche, apponendo teli impermeabili;
- Nell'esecuzione degli scavi andrà previsto il sostegno dei fronti, particolarmente ove sia necessario approfondirsi oltre la profondità di 2 m soprattutto se in fregio a fondazioni di edifici esistenti, strade, ecc;
- Qualora si evidenzi filtrazione di acque sulle pareti di scavo si dovrà assolutamente prevedere il sostegno degli scavi stessi, in quanto si perderebbe la relativa stabilità dei fronti stessi.
- Le considerazioni sopra effettuate derivano da indagini puntuali, nel caso si riscontri l'esistenza di condizioni litostratigrafiche difformi da quanto previsto, andrà interpellato il consulente geologo e dovranno essere eventualmente adottati correttivi alle scelte progettuali previste.
- D.Lgs. 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.
- Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Identificazione ambiti di cantiere e relativi vincoli

Il cantiere sarà caratterizzato dalla presenza di alcuni ambiti distinti, in funzione dell'interferenza indotta dal medesimo sulle aree e sulla viabilità circostante:

- A. Ambito d'intervento già delimitato dall'attuale recinzione sulla testata di via A. Meucci, interessata dalla demolizione dei manufatti esistenti;
- B. Ambito d'intervento nelle aree libere sulla testata di via G. Rossa, interessata dal disboscamento della vegetazione spontanea esistente. Tale ambito comprende il sub-ambito "B1" destinato alla realizzazione dell'opera strutturale per scavalco roggia Corio;
- C. Ambito d'intervento che interessa l'attuale via G. Rossa, con modifica del calibro stradale in particolare su lato Sud: tale ambito comporta il mantenimento in esercizio dell'accesso al complesso residenziale servito dalla via medesima;
- D. Ambito d'intervento molto limitato nell'estensione ma potenzialmente critico perché riguardante la modifica della cordolatura della rotatoria esistente al fine di gestire la modifica del calibro stradale da via G. Rossa laddove si inserisce in rotatoria;
- E. Ambito d'intervento che interessa l'innesto fra la via Meucci e la via Lucania, con necessità di temporanea chiusura al traffico dell'incrocio e successiva rimessa in esercizio nella nuova configurazione: si ritiene che sarà opportuno mantenere comunque in esercizio, mediante opportune segnalazioni la possibilità di procedere a senso unico da via ... in via Meucci verso Ovest, mentre dovrà essere interdetta la svolta da via Meucci in via Lucania che peraltro sarà poi definitivamente eliminata.

Si segnala che gli ambiti C, D, E, richiederanno l'emissione di apposita Ordinanza da parte della Polizia Locale per l'occupazione e la chiusura di aree stradali attualmente in esercizio.

Perimetrazione delle aree di cantiere

Le aree di cantiere andranno interamente recintate con rete arancione e con la formazione di due cancelli di accesso al cantiere, uno da via A. Meucci e uno da via G. Rossa.

Per l'accesso da via Meucci, da identificare come l'accesso principale al cantiere, che in un primo tempo potrà essere l'unico accesso al cantiere, è ammesso il parziale mantenimento della recinzione esistente con relativo cancello; dovrà altresì essere subito interdetta ogni comunicazione fra l'area interessata dal cantiere e la proprietà adiacente, di cui dovrà essere comunque assicurato l'accesso direttamente dalla viabilità ordinaria.

Le aree di cantiere riguardanti la formazione degli innesti sulla viabilità esistente, andranno transennate per il tempo necessario, determinando all'occorrenza con il CSE l'aggiornamento di tale configurazione.

Il sub-ambito “B1” destinato alla realizzazione dell’opera strutturale per scavalco roggia Corio dovrà essere dotato delle ulteriori perimetrazioni connesse alla presenza di scavi.

Vincoli per cronoprogramma

Il cronoprogramma non avrà vincoli particolari indotti dalle condizioni al contorno, in particolare:

- La viabilità attuale innestata su via Meucci (accesso principale al cantiere) serve principalmente insediamenti produttivi, sicché induce principalmente vincoli connessi all’assicurazione della viabilità ma non ad aspetti temporali;
- La viabilità attuale inerente via G. Rossa comporta esclusivamente il vincolo dell’accesso all’insediamento residenziale e l’attuazione di tempi di lavoro compatibili con la residenza dal punto di vista del rumore.

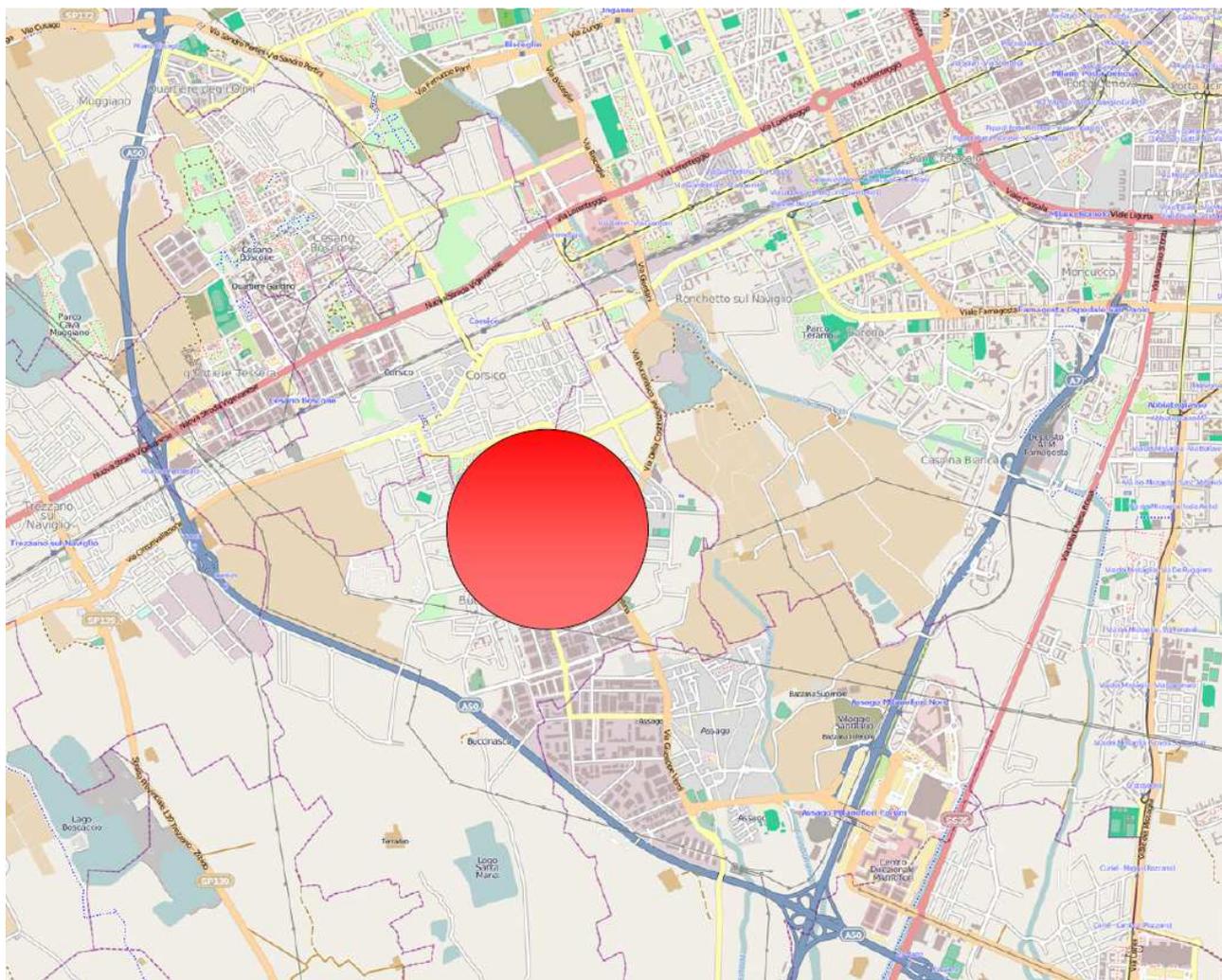
La realizzazione delle opere nel sub-ambito “B1” destinato alla realizzazione dell’opera strutturale per scavalco roggia Corio simultaneamente alla realizzazione delle opere di movimento terra e formazione di sottofondi stradali negli ambiti “A” e “B” sarà permessa, ma in modo condizionato alla separazione degli accessi, utilizzando per i mezzi di movimento terra l’accesso al cantiere stradale dal margine Ovest (via Meucci ang. Via Lucania).

Layout di cantiere

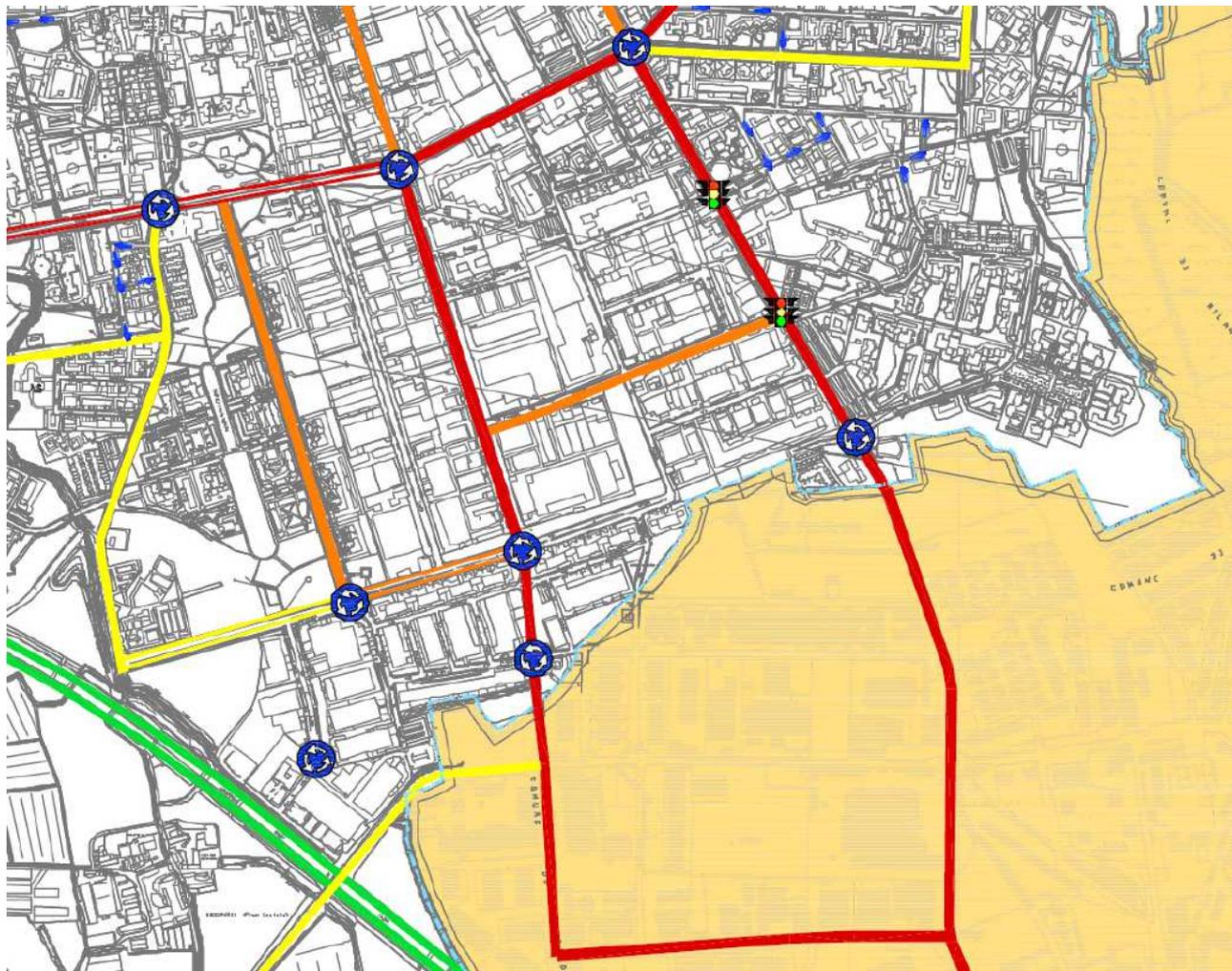
Il presente elaborato ha allegato un primo layout di cantiere che identifica le aree e gli ambiti qui sopra indicati, nonché i vincoli connessi alla viabilità attuale.

Estratti planimetrici

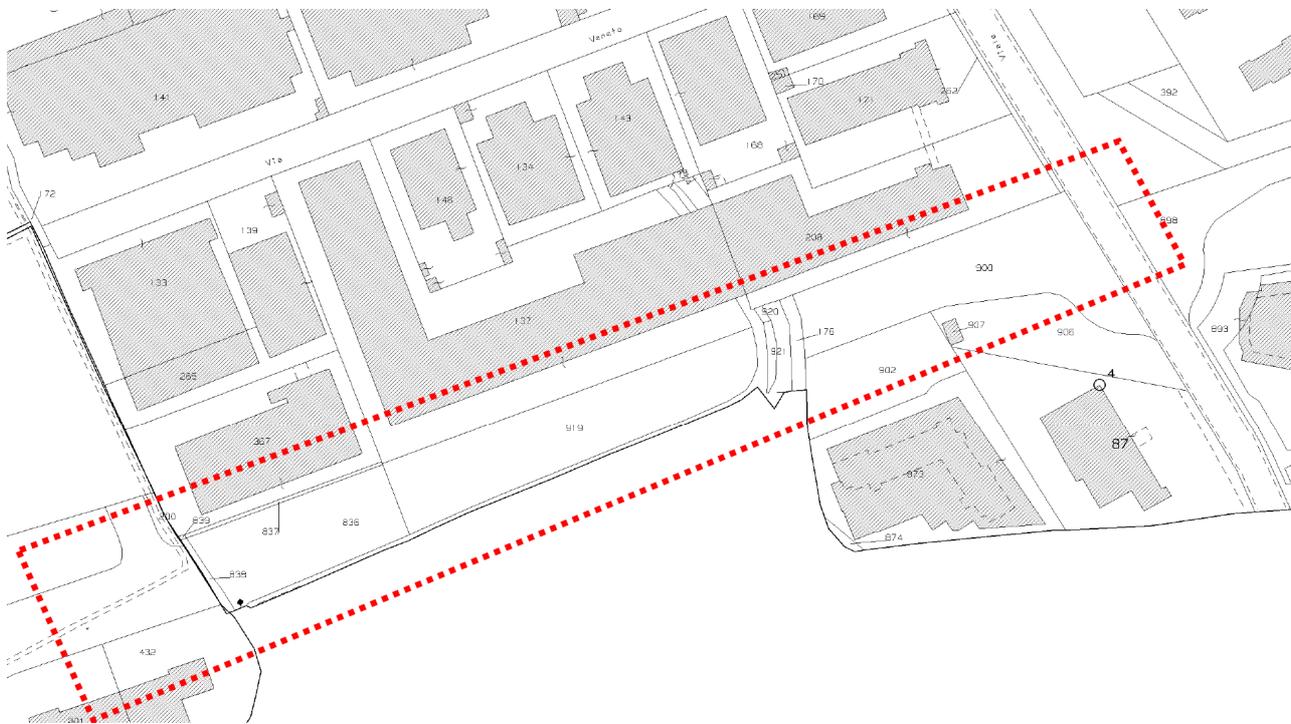
Estratto PGTU: localizzazione territoriale



Estratto PGTU: inquadramento viabilità locale



Estratto mappa catastale



Estratti reti sottoservizi

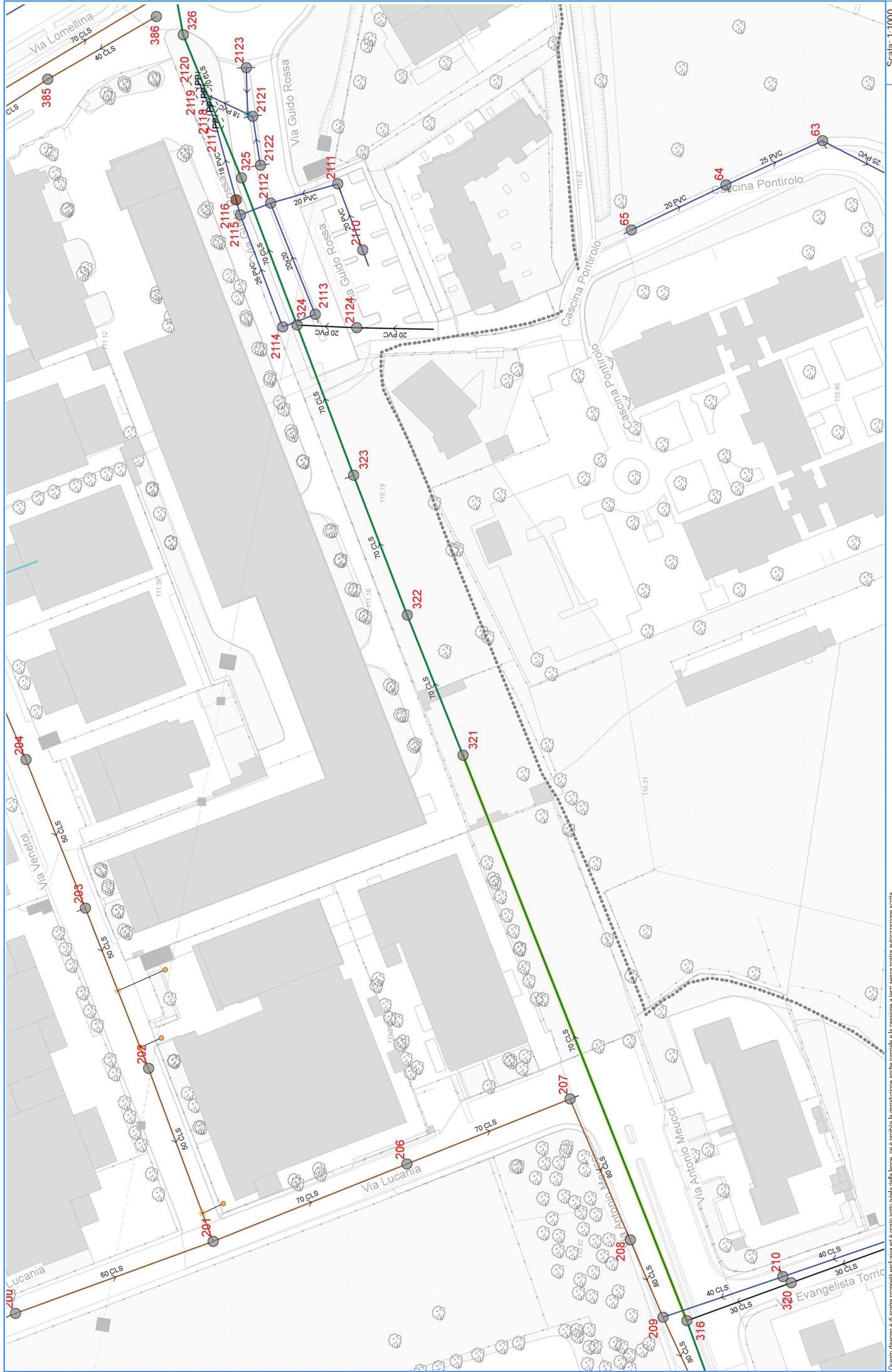
Si allegano altresì le seguenti planimetrie trasmesse dagli enti gestori di reti di sottoservizi:

- Rete fognatura (gruppo CAP)
- Rete acquedotto (gruppo CAP)
- Rete gas (Unareti)
- Rete Enel
- Rete Telecom

Data: 21/08/2018

DIREZIONE CENTRALE IT
UFFICIO ST

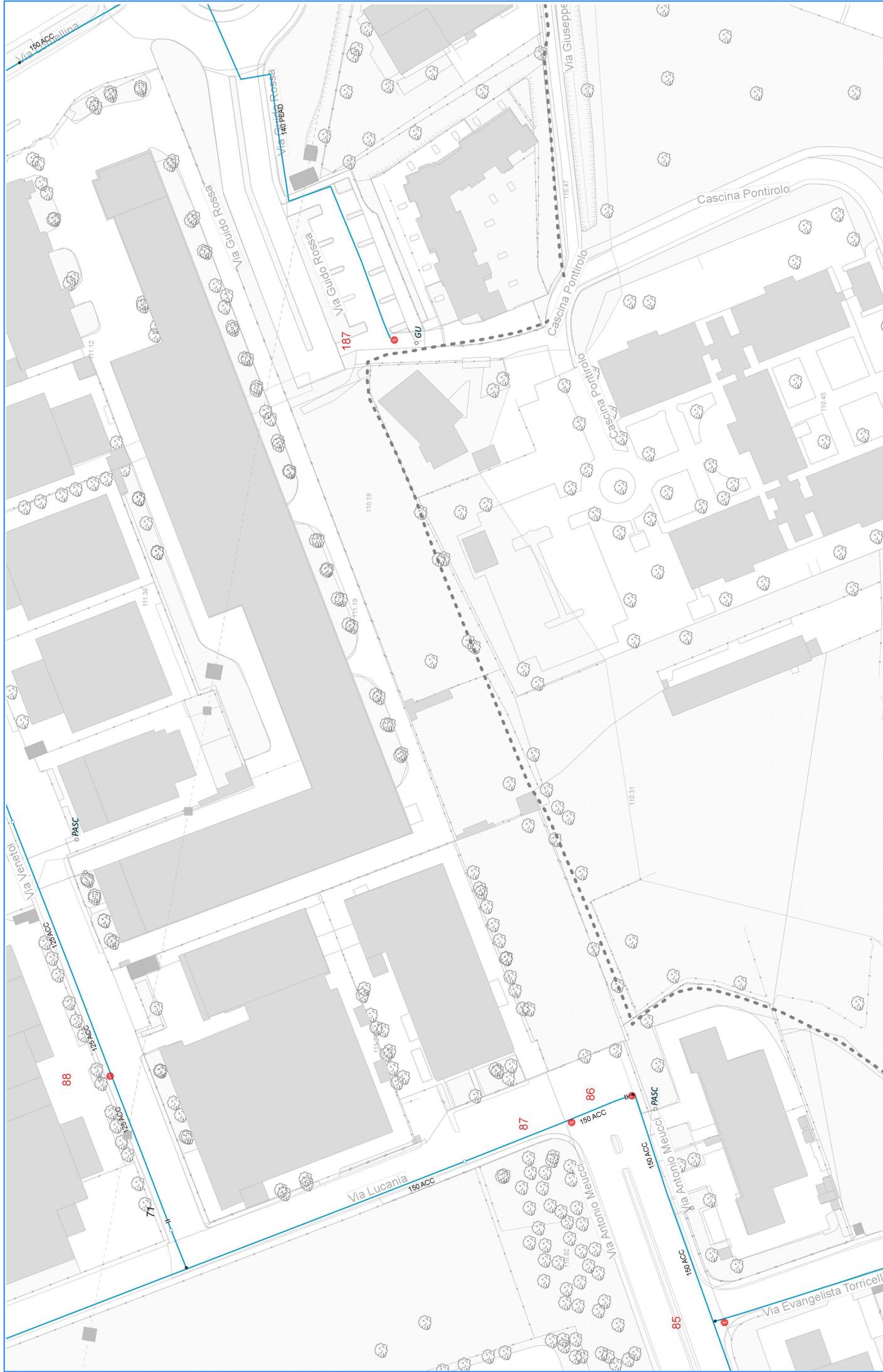
COMUNE DI BUCCINASCO
Via Antonio Meucci, Via Guido Rossa
RETE FOGNATURA
Stralcio Planimetrico



Data: 21/08/2018

DIREZIONE CENTRALE IT
UFFICIO ST

COMUNE DI BUCCINASCO
Via Antonio Meucci, Via Guido Rossa
RETE ACQUEDOTTO
Stralcio Planimetrico



UNARETI S.p.A.
 Codice cliente: 10001
 I TRACCEATI SONO DA
 CONSIDERARE SOLO A
 COMPLETAMENTO DEI
 LAVORI. È OBBLIGO
 COMUNICARE LA DATA DI
 INIZIO LAVORI CON FAX AL
 NUMERO 02 76001111
 OPPURE E-MAIL A
 unareti@unareti.it
 IN CASO DI DANNI/AI
 CAVI ELETTRICI
 COMUNICARE IMMEDIATAMENTE
 IN CASO DI DANNI AGLI
 IMPIANTI GAS TEL.
 800 131 000

UNI A2

Legenda

	Infrastruttura Rete Gas
	Rete/Sp
	PrivatSp
	Rete/Sp
	PrivatSp
	Protezione Catastolica
	Armaudio
	Cameralista



03/09/2018

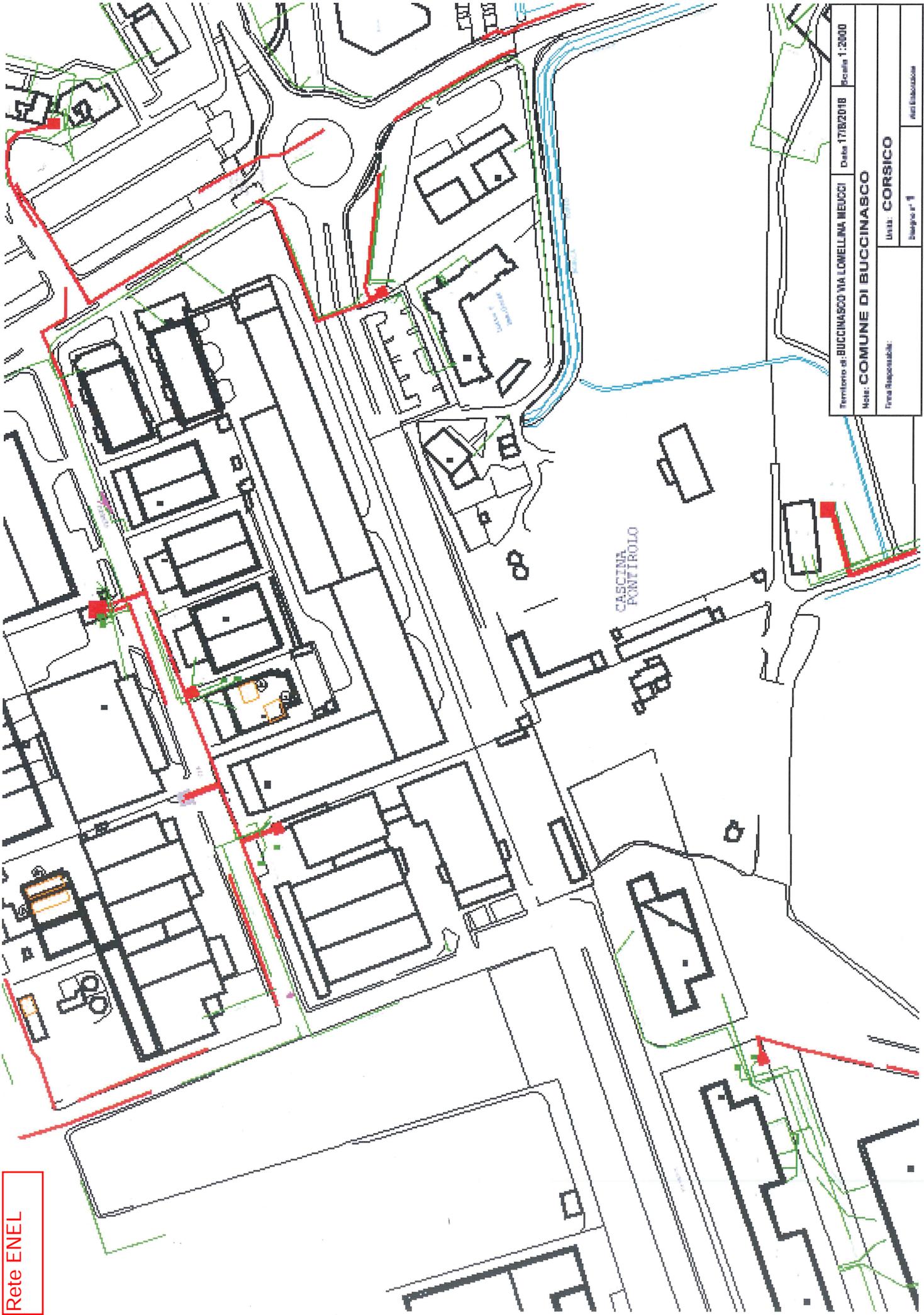


1:500

N° progetto Ente: XXXX

N° Archivio UNARETI: 30672

Rete ENEL



Territorio di: BUCCINASCO VIA LOMELINA MEUCCI		Data: 17/08/2018		Scala: 1:2000	
Nota: COMUNE DI BUCCINASCO					
Firma Responsabile:				Unità: CORSICO	
				Saggio n° 1	
				Aut. Elaborazione	

